THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

551
H88k
1845
v.4

REMOTE STORAGE

The person charging this material is responsible for its return to the library from which it was withdrawn on or before the **Latest Date** stamped below.

Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and may result in dismissal from the University.

To renew call Telephone Center, 333-8400

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

DEC 18 1985

DEC 27 1985

JUN 25 1986

L161—O-1096

Kosmos.

Entwurf

einer physischen Weltbeschreibung

von

Alexander von Humboldt.

Vierter Band.

Stuttgart und Tübingen.

J. G. Cotta'scher Verlag.

1858.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart und Augsburg.

551
H88K
1845
v.4

20Fe24

Kosmos.

534274

Specielle Ergebnisse der Beobachtung

in dem Gebiete

tellurischer Erscheinungen.

Einleitung

In einem vielumfassenden Werke, in dem Leichtigkeit des Verständnisses und Klarheit des Totaleindrucks erstrebt werden, sind Composition und Gliederung in der Anordnung des Ganzen fast noch wichtiger als die Reichhaltigkeit des Inhalts. Dieses Bedürfniß wird um so fühlbarer, als in dem Buche von der Natur (im Kosmos) die Verallgemeinerung der Ansichten, sowohl in der Objectivität der äußeren Erscheinung als in dem Reflex der Natur auf das Innere des Menschen (auf seine Einbildungskraft und seine Gefühle), von der Herzählung der einzelnen Resultate sorgsam getrennt werden muß. Jene Verallgemeinerung, in welcher die Weltanschauung als ein Naturganzes auftritt; zugleich aber auch nachgewiesen wird, wie unter den verschiedensten Zonen, in dem Lauf der Jahrhunderte, allmälig die Menschheit das Zusammenwirken der Kräfte zu erkennen gesucht hat: ist in den ersten zwei Bänden des Kosmos enthalten. Wenn eine bedeutsame Anreihung von Erscheinungen

auch an sich dazu geeignet ist den ursachlichen Zusammenhang erkennen zu lassen; so kann doch das allgemeine Naturgemälde nur dann einen lebensfrischen Eindruck hervorbringen, wenn es, in enge Grenzen eingeschlossen, nicht durch allzu große Anhäufung zusammengedrängter Thatsachen an Uebersichtlichkeit verliert.

Wie man in Sammlungen graphischer Darstellungen der Erdoberfläche, oder der inneren Construction der Erdrinde, generelle Uebersichtskarten den speciellen vorhergehen läßt; so hat es mir in der physischen Weltbeschreibung am geeignetsten und dem Verständniß des Vortrags am entsprechendsten geschienen, auf die Betrachtung des Weltganzen aus allgemeinen und höheren Gesichtspunkten, in den zwei letzten Bänden meiner Schrift solche specielle Ergebnisse der Beobachtung abgesondert folgen zu lassen, welche den gegenwärtigen Zustand unseres Wissens vorzugsweise begründen. Es sind daher diese beiden Bände, nach meiner schon früher gemachten Erinnerung (Bd. III. S. 4—9), nur als eine Erweiterung und sorgfältigere Ausführung des allgemeinen Naturgemäldes (Bd. I. S. 79—493) zu betrachten; und wie von beiden Sphären des Kosmos die uranologische oder siderische ausschließlich in dem dritten Bande behandelt worden ist, so bleibt die tellurische Sphäre dem jetzt erscheinenden letzten Bande bestimmt. Auf diese Weise ist die uralte, einfache und natürliche Scheidung des Geschaffenen in Himmel und Erde, wie sie bei allen Völkern, in den frühesten Denkmälern des Bewußtseins der Menschheit auftritt, beibehalten worden.

Wenn schon im Weltall der Uebergang von dem Fixsternhimmel, an welchem zahllose Sonnen, sei es isolirt oder um

einander kreisend, sei es als ferne Nebel, leuchten, zu unserem Planetensysteme ein Herabsteigen von dem Großen und Universellen zu dem relativ Kleinen und Besonderen ist; so wird der Schauplatz der Betrachtung noch um vieles verengt, wenn man von der Gesammtheit des gestaltenreichen Sonnengebietes zu einem einigen um die Sonne kreisenden Planeten, zu dem Erdsphäroid, übergeht. Die Entfernung des nächsten Fixsternes, α Centauri, ist noch 263mal größer als der Durchmesser unseres Sonnengebietes, bis zum Aphel des Cometen von 1680 gerechnet; und doch liegt dieses Aphel schon 853mal weiter als unsere Erde von der Sonne (Kosmos Bd. III. S. 582). Diese Zahlen (die Parallaxe von α Cent. zu 0″,9187 gerechnet) bestimmen annäherungsweise zugleich die Distanz einer uns nahen Region des Fixsternhimmels von der vermutheten äußersten Region des Sonnengebietes, wie die Entfernung dieser Grenze von dem Ort der Erde.

Die Uranologie, welche sich mit dem beschäftigt, was den fernen Weltraum erfüllt, bewahrt ihren alten Ruhm, den anregendsten Eindruck des Erhabenen auf die Einbildungskraft hervorzubringen, durch die Unerfaßbarkeit der Raum- und Zahlenverhältnisse, die sie darbietet; durch die erkannte Ordnung und Gesetzmäßigkeit in der Bewegung der Weltkörper; durch die Bewunderung, welche den errungenen Resultaten der Beobachtung und einer geistigen Forschung gezollt wird. Dieses Gefühl der Regelmäßigkeit und Periodicität hat sich so früh dem Menschen aufgedrängt, daß es sich oft in den Sprachformen reflectirt, welche auf den geordneten Lauf der Gestirne hindeuten. Dazu sind die erkannten Gesetze, die in der himmlischen Sphäre walten, vielleicht am bewundernswürdigsten durch ihre Einfachheit, da sie sich allein auf das

Maaß und die Vertheilung der angehäuften ponderablen Materie und deren Anziehungskräfte gründen. Der Eindruck des Erhabenen, wenn er aus dem Unermeßlichen und sinnlich Großen entspringt, geht, uns selbst fast unbewußt, durch das geheimnißvolle Band, welches das Uebersinnliche mit dem Sinnlichen verknüpft, in eine andre, höhere Sphäre der Ideen über. Es wohnt dem Bilde des Unermeßlichen, des Grenzenlosen, des Unendlichen eine Kraft bei, die zu ernster, feierlicher Stimmung anregt und, wie in dem Eindruck alles geistig Großen und moralisch Erhabenen, nicht ohne Rührung ist.

Die Wirkung, welche der Anblick außerordentlicher Himmelserscheinungen so allgemein und gleichzeitig auf ganze Volksmassen ausübt, bezeugt den Einfluß einer solchen Association der Gefühle. Was in erregbaren Gemüthern schon der bloße Anblick der gestirnten Himmelsdecke hervorbringen kann, wird durch tieferes Wissen und durch Anwendung von Werkzeugen vermehrt, die der Mensch erfunden, um seine Sehkraft und mit ihr den Horizont seiner Beobachtung zu vergrößern. Dabei gesellt sich zu dem uranologischen Eindruck des Unerfaßlichen im Weltall, durch die Gedankenverbindung mit dem Gesetzlichen und der geregelten Ordnung, auch der Eindruck des Friedlichen. Er benimmt der unergründlichen Tiefe des Raumes wie der Zeit, was bei aufgeregter Einbildungskraft ihnen Schauerliches zugeschrieben wird. Unter allen Himmelsstrichen preist der Mensch, bei der einfach natürlichen Empfänglichkeit seines Gemüthes, „die stille Ruhe einer sternklaren Sommernacht".

Wenn nun Raum- und Massengröße dem *siderischen* Theile der Weltbeschreibung vorzugsweise angehören, und das Auge in ihm das einzige Organ der Weltanschauung

iſt; ſo hat dagegen der telluriſche Theil den überwiegenden Vorzug, eine größere, wiſſenſchaftlich unterſcheidbare Mannigfaltigkeit in den vielfachen elementariſchen Stoffen darzubieten. Mittelſt aller unſerer Sinne ſtehen wir mit der irdiſchen Natur in Contact; und ſo wie die Aſtronomie, als Kenntniß der bewegten leuchtenden Weltkörper einer mathematiſchen Bearbeitung am zugänglichſten, Veranlaſſung geworden iſt den Glanz der höheren Analyſis und den Umfang des weiten Gebiets der Optik erſtaunenswürdig zu vermehren: ſo iſt die irdiſche Sphäre allein durch ihre Stoff-Verſchiedenheit und das complicirte Spiel der Kraftäußerung dieſer Stoffe die Gründerinn der Chemie, und ſolcher phyſikaliſchen Disciplinen geworden, welche Erſcheinungen behandeln, die bisher noch von den wärme- und lichterzeugenden Schwingungen getrennt werden. Jede Sphäre hat demnach durch die Natur der Probleme, welche ſie der Forſchung darbietet, einen verſchiedenen Einfluß auf die Geiſtesarbeit und die Bereicherung des Wiſſens der Menſchheit ausgeübt.

Alle Weltkörper, außer unſerem Planeten und den Aërolithen, welche von dieſem angezogen werden, ſind für unſere Erkenntniß nur homogene gravitirende Materie, ohne ſpecifiſche, ſogenannte elementare Verſchiedenheit der Stoffe. Eine ſolche Einfachheit der Vorſtellung iſt aber keineswegs in der inneren Natur und Conſtitution jener fernen Weltkörper ſelbſt, ſie iſt allein in der Einfachheit der Bedingungen gegründet, deren Annahme hinreicht die Bewegungen im Weltraume zu erklären und vorherzubeſtimmen. Sie entſteht, wie wir ſchon mehrfach zu erinnern Gelegenheit gehabt haben (Kosmos Bd. I. S. 56—60 und 141; Bd. III.

S. 4, 18, 21—25, 594 und 626), durch die Ausschließung von allem Wahrnehmbaren einer Stoff-Verschiedenheit; sie bietet dar die Lösung des großen Problems einer Himmels-Mechanik, welche alles Veränderliche in der uranologischen Sphäre der alleinigen Herrschaft der Bewegungslehre unterwirft.

Periodische Wechsel von Lichterscheinungen auf der Oberfläche des Mars deuten freilich nach Verschiedenheit der dortigen Jahreszeiten auf meteorologische Processe und, durch Kälte erregte Polar-Niederschläge in der Atmosphäre jenes Planeten (Kosmos Bd. III. S. 513). Durch Analogien und Ideenverbindungen geleitet, mögen wir hier auf Eis oder Schnee (Sauer- und Wasserstoff), wie in den Eruptiv-Massen des Mondes oder seinen flachen Ringebenen auf Verschiedenheit der Gebirgsarten im Monde, schließen; aber unmittelbare Beobachtung kann uns nicht darüber belehren. Auch erlaubte sich Newton nur Vermuthungen über die elementare Constitution der Planeten, die zu demselben Sonnengebiete gehören: wie wir in einem wichtigen, zu Kensington mit Conduit gepflogenen Gespräche vernehmen (Kosmos Bd. I. S. 137 und 407). Das einförmige Bild stoffgleicher, gravitirender Materie, zu Himmelskörpern geballt, beschäftigt auf mannigfaltige Weise die ahndende Phantasie des Menschen; ja die Mythe leiht der lautlosen Einöde des Weltraums selbst den Zauber der Töne (Kosmos Bd. III. S. 437—439 und 477).

In dem unendlichen Reichthum chemisch verschiedener Stoffe und dem Spiel ihrer Kraftäußerungen; in der gestaltenden, formbildenden Thätigkeit der ganzen organischen Natur und vieler anorganischen Substanzen; in dem Stoff-

wechſel, der den ewig wandelnden Schein des Werdens und der Vernichtung darbietet: ſtrebt der ordnende Geiſt, bei Durchforſchung des irdiſchen Reichs, oft mißmüthig nach einfachen Bewegungs-Geſetzen. Schon in der Phyſik des Ariſtoteles heißt es: „die Grundprincipien aller Natur ſind das Veränderliche und die Bewegung; wer dieſe nicht anerkannt hat, erkennt auch die Natur nicht" (Phys. Auscult. III, 1 p. 200 Bekker); und, auf Stoff-Verſchiedenheit, „Unterſchied in der Weſenheit", hindeutend, nennt er Bewegung in Bezug auf die Kategorie des Qualitativen: Umwandlung, ἀλλοίωσις: ſehr verſchieden von der bloßen Miſchung, μίξις, und einer Durchdringung, welche das Wiedertrennen nicht ausſchließt (de gener. et corrupt. I, 1 p. 327).

Das ungleiche Steigen der Flüſſigkeiten in Haarröhren; die in allen organiſchen Zellen ſo thätige Endosmoſe, welche wahrſcheinlich eine Folge der Capillarität iſt; die Verdichtung von Gas-Arten in den poröſen Körpern (des Sauerſtoff-Gaſes im Platinmohr, mit einem Drucke, der einer Kraft von mehr als 700 Atmoſphären gleich iſt; der Kohlenſäure in Buchsbaum-Kohle, von der mehr als $\frac{1}{3}$ an den Wänden der Zellen in tropfbar-flüſſigem Zuſtand verdichtet wird); die chemiſche Wirkung der Contact-Subſtanzen, welche durch ihre Gegenwart (catalytiſch) Verbindungen veranlaſſen oder zerſtören, ohne ſelbſt einen Antheil daran zu nehmen: — alle dieſe Erſcheinungen lehren, daß die Stoffe in unendlich kleinen Entfernungen eine Anziehung gegen einander ausüben, die von ihrer ſpecifiſchen Weſenheit abhängt. Solche Anziehungen können nicht ohne, durch ſie erregte, aber unſerem Auge entſchwindende, Bewegungen gedacht werden.

In welchem Verhältniſſe die gegenſeitige Molecular-

Attraction, als eine Urſach perpetuirlicher Bewegung auf der Oberfläche des Erdkörpers, und höchſt wahrſcheinlich in ſeinem Inneren, zu der Gravitations-Attraction ſteht, welche die Planeten ſowohl als ihre Centralkörper eben ſo perpetuirlich bewegt: iſt uns noch völlig unbekannt. Schon durch die theilweiſe Löſung eines ſolchen rein phyſiſchen Problems würde das Höchſte und Ruhmvollſte erreicht werden, was auf dieſen Wegen Experiment und Gedankenverbindung erreichen können. Ich nenne in dem eben berührten Gegenſatze die Anziehung, welche in den Himmelsräumen in grenzenloſen Entfernungen waltet, und ſich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält, nicht gern, wie man gewöhnlich thut, ausſchließlich die Newton'ſche. Eine ſolche Bezeichnung enthält faſt eine Ungerechtigkeit gegen das Andenken des großen Mannes, der ſchon beide Kraftäußerungen anerkannte, doch aber keineswegs ſo ſcharf von einander trennte, daß er nicht, wie in glücklichem Vorgefühl künftiger Entdeckungen, es hätte verſuchen ſollen, in ſeinen Zuſätzen zur Optik, Capillarität, und das Wenige, was damals von chemiſcher Affinität bekannt war, der allgemeinen Gravitation zuzuſchreiben. (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 384; Kosmos Bd. III. S. 22 und 32 Anm. 39.)

Wie in der Sinnenwelt vorzugsweiſe an dem Meerhorizont Trugbilder aufdämmern, die dem erwartungsvollen Entdecker eine Zeit lang den Beſitz eines neuen Landes verheißen; ſo ſind am idealen Horizont in den fernſten Regionen der Gedankenwelt dem ernſten Forſcher auch manche Hoffnungen vielverheißend aufgegangen und wieder verſchwunden. Allerdings ſind großartige Entdeckungen neuerer Zeit geeignet geweſen die Spannung zu erhöhen: ſo die Contact-Electricität;

der Rotations-Magnetismus, welcher selbst durch tropfbare oder zu Eis erstarrte Flüssigkeiten erregt wird; der glückliche Versuch, alle chemische Verwandtschaft als Folge der electrischen Relationen von Atomen mit einer prädominirenden Polarkraft zu betrachten; die Theorie isomorpher Substanzen in Anwendung auf Krystallbildung; manche Erscheinungen des electrischen Zustandes der belebten Muskelfaser; die errungene Kenntniß von dem Einfluß des Sonnenstandes (der temperatur-erhöhenden Sonnenstrahlen) auf die größere oder geringere magnetische Empfänglichkeit und Fortpflanzungskraft von einem Bestandtheil unserer Atmosphäre, dem Sauerstoffe. Wenn unerwartet in der Körperwelt etwas aus einer noch unbekannten Gruppe von Erscheinungen aufglimmt, so kann man um so mehr sich neuen Entdeckungen nahe glauben, als die Beziehungen zu dem schon Ergründeten unklar oder gar widersprechend scheinen.

Ich habe vorzugsweise solche Beispiele angeführt, in denen dynamische Wirkungen motorischer Anziehungskräfte die Wege zu eröffnen scheinen, auf welchen man hoffen möchte der Lösung der Probleme von der ursprünglichen, unwandelbaren und darum elementar genannten Heterogeneität der Stoffe (Orygen, Hydrogen, Schwefel, Kali, Phosphor, Zinn), und von dem Maaße ihres Verbindungs-Bestrebens (ihrer chemischen Affinität) näher zu treten. Unterschiede der Form und Mischung sind aber, ich wiederhole es hier, die Elemente unseres ganzen Wissens von der Materie; sie sind die Abstractionen, unter denen wir glauben das allbewegte Weltganze zu erfassen, messend und zersetzend zugleich. Das Detoniren knallsaurer Salze bei einem leisen mechanischen Drucke, und die noch furchtbarere,

von Feuer begleitete, Explosion des Chlor-Stickstoffs contrastiren mit der detonirenden Verbindung von Chlorgas und Wasserstoffgas bei dem Einfall eines directen (besonders violetten) Sonnenstrahls. Stoffwechsel, Fesselung und Entfesselung bezeichnen den ewigen Kreislauf der Elemente, in der anorganischen Natur wie in der belebten Zelle der Pflanzen und Thiere. „Die Menge des vorhandenen Stoffes bleibt aber dieselbe, die Elemente wechseln nur ihre relative Lage zu einander."

Es bewährt sich demnach der alte Ausspruch des Anaxagoras: daß das Seiende sich weder mehre noch vermindere im Weltall; daß das, was die Hellenen das Vergehen der Dinge nennen, ein bloßes Entmischen sei. Allerdings ist die irdische Sphäre, als Sitz der, unserer Beobachtung zugänglichen, organischen Körperwelt, scheinbar eine Werkstatt des Todes und der Verwesung; aber der große Naturproceß langsamer Verbrennung, den wir Verwesung nennen, führt keine Vernichtung herbei. Die entfesselten Stoffe vereinigen sich zu anderen Gebilden; und durch die treibenden Kräfte, welche diesen inwohnen, entkeimt neues Leben dem Schooße der Erde.

B.

Ergebniſſe der Beobachtung

aus dem

telluriſchen Theile

der phyſiſchen Weltbeſchreibung.

Bei dem Streben ein unermeßliches Material der mannigfaltigſten Objecte zu beherrſchen, d. h. die Erſcheinungen ſo an einander zu reihen, daß die Einſicht in ihren Cauſal-Zuſammenhang erleichtert werde, kann der Vortrag nur dann Ueberſicht und lichtvolle Klarheit gewähren, wenn das Specielle, beſonders in dem errungenen, lange durchforſchten Felde der Beobachtung, den höheren Geſichtspunkten kosmiſcher Einheit nicht entrückt wird. Die telluriſche Sphäre, der uranologiſchen entgegengeſetzt, zerfällt in zwei Abtheilungen, in das anorganiſche und organiſche Gebiet. Das erſtere umfaßt: Größe, Geſtalt und Dichtigkeit des Erdkörpers; innere Wärme; electro-magnetiſche Thätigkeit; mineraliſche Conſtitution der Erdrinde; Reaction des Inneren des Planeten gegen ſeine Oberfläche, dynamiſch wirkend durch Erſchütterung, chemiſch wirkend durch ſtein-bildende und ſtein-umändernde Proceſſe; theilweiſe Bedeckung der feſten Oberfläche durch Tropfbar-Flüſſiges, das Meer; Umriß und

Gliederung der gehobenen Feſte (Continente und Inſeln); die allgemeine, äußerſte, gasförmige Umhüllung (den Luftkreis). Das zweite oder organiſche Gebiet umfaßt nicht die einzelnen Lebensformen ſelbſt, wie in der Naturbeſchreibung, ſondern die räumlichen Beziehungen derſelben zu den feſten und flüſſigen Theilen der Erdoberfläche, die Geographie der Pflanzen und Thiere, die Abſtufungen der ſpecifiſch einigen Menſchheit nach Racen und Stämmen.

Auch dieſe Abtheilung in zwei Gebiete gehört gewiſſermaßen dem Alterthum an. Es wurden ſchon damals geſchieden die elementariſchen Proceſſe, der Formenwechſel und Uebergang der Stoffe in einander von dem Leben der Pflanzen und Thiere. Der Unterſchied beider Organismen war, bei faſt[1] gänzlichem Mangel an Mitteln die Sehkraft zu erhöhen, nur auf ahndungsvolle Intuition, und auf das Dogma von der Selbſternährung (Ariſtot. de Anima II, 1 T. I. p. 412, a 14 Bekker) und dem inneren Anlaß zur Bewegung gegründet. Jene Art der geiſtigen Auffaſſung, welche ich Intuition nannte, und mehr noch die dem Stagiriten eigene Schärfe fruchtbringender Gedankenverbindung leiteten ihn ſogar auf die ſcheinbaren Uebergänge von dem Unbelebten zu dem Belebten, von dem Elementariſchen zu der Pflanze; ja zu der Anſicht, daß es bei den ſich immer höher geſtaltenden Bildungsproceſſen allmälige Mittelſtufen gebe von den Pflanzen zu den niederen Thieren (Ariſtot. de part. Animal. IV, 5 p. 681, a 12 und hist. Animal. VIII, 1 p. 588, a 4 Bekker). Die Geſchichte der Organismen (das Wort Geſchichte in ſeinem urſprünglichen Sinne genommen, alſo in Beziehung auf frühere Zeitepochen, auf die der alten Floren und Faunen) iſt ſo innig mit der Geologie, mit der

Reihenfolge über einander gelagerter Erdschichten, mit der Chronometrik der Länder- und Gebirgs-Erhebung verwandt, daß es mir wegen Verkettung großer und weit verbreiteter Phänomene geeigneter schien die, an sich sehr natürliche Sonderung des organischen und anorganischen Erdenlebens in einem Werke über den Kosmos nicht als ein Hauptelement der Classification aufzustellen. Es handelt sich hier nicht um einen morphologischen Gesichtspunkt, sondern vorzugsweise um eine nach Totalität strebende Ansicht der Natur und ihrer wirkenden Kräfte.

I.

Größe, Gestaltung und Dichtigkeit der Erde. — Innere Wärme und Vertheilung derselben. — Magnetische Thätigkeit, sich offenbarend in Veränderungen der Inclination, Declination und Intensität der Kraft unter dem Einfluß des lufterwärmenden und luftverdünnenden Sonnenstandes. Magnetische Gewitter; Polarlicht.

Was alle Sprachen, wenn gleich etymologisch unter verschiedenartig symbolisirenden Formen, mit dem Ausdruck Natur und, da zuerst der Mensch alles auf seinen heimathlichen Wohnsitz bezieht, mit dem Ausdruck irdische Natur bezeichnen, ist das Resultat von dem stillen Zusammenwirken eines Systems treibender Kräfte, deren Dasein wir nur durch das erkennen, was sie bewegen, mischen und entmischen: ja theilweise zu organischen, sich gleichartig wiedererzeugenden, Geweben (lebendigen Organismen) ausbilden. Naturgefühl ist für ein empfängliches Gemüth der dunkle, anregende, erhebende Eindruck dieses Waltens der Kräfte. Zuerst fesseln unsere Neugier die räumlichen Größen-Verhältnisse unseres Planeten, eines Häufchens geballter Materie im unermeßlichen Weltall. Ein System zusammenwirkender, einigender oder (polarisch) trennender Thätigkeiten setzt die Abhängigkeit jedes Theils des Naturganzen von dem anderen, in den elementaren Processen (der anorganischen Formbildung) wie in dem Hervorrufen und

der Unterhaltung des Lebens, voraus. Die Größe und Gestalt des Erdkörpers, seine Masse (Quantität materieller Theile), welche, mit dem Volum verglichen, die Dichtigkeit und durch diese, unter gewissen Bedingungen, die Constitution des Inneren wie das Maaß der Anziehung bestimmt; stehen unter sich in mehr erkennbarer und mehr mathematisch zu behandelnder Abhängigkeit, als es diejenige ist, welche wir bisher in den eben genannten Lebensprocessen, in den Wärme-Strömungen, den tellurischen Zuständen des Electro-Magnetismus oder den chemischen Stoffwechseln wahrnehmen. Beziehungen, die man in complicirten Erscheinungen noch nicht quantitativ zu messen vermag, können deshalb doch vorhanden sein und durch Inductionsgründe wahrscheinlich gemacht werden.

Wenn auch die beiden Arten der Anziehung: die, welche in bemerkbaren Entfernungen wirkt (wie Schwerkraft, Gravitation der Weltkörper gegen einander); und die, welche in unmeßbaren kleinsten Entfernungen statt findet (Molecular- oder Contact-Attraction); in dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens nicht auf ein und dasselbe Gesetz zu reduciren sind: so ist es darum doch nicht minder glaublich, daß Capillar-Anziehung und die, für das Aufsteigen der Säfte und für Thier- und Pflanzen-Physiologie so wichtige Endosmose von dem Maaße der Schwere und ihrer localen Vertheilung eben so afficirt werden als die electromagnetischen Processe und der chemische Stoffwechsel. Man darf annehmen, um an extreme Zustände zu erinnern, daß auf unserem Planeten, wenn derselbe nur die Masse des Mondes und also eine fast 6mal geringere Intensität der Schwere hätte, die meteorologischen Processe, das Klima, die hypsometrischen

Verhältniſſe der gehobenen Gebirgsketten, die Phyſiognomie (facies) der Vegetation ganz verſchieden ſein würden. Die abſolute Größe unſeres Erdkörpers, mit der wir uns hier beſchäftigen werden, erhält ihre Wichtigkeit für den geſammten Haushalt der Natur bloß durch das Verhältniß, in dem ſie zur Maſſe und zur Rotation ſteht; denn auch im Weltall würden, wenn die Dimenſionen der Planeten, ihre Stoffmengen, Geſchwindigkeiten und Diſtanzen von einander in einer und derſelben Proportion zu- oder abnähmen, in dieſem idealen Makro- oder Mikrokosmos alle von den Gravitations-Verhältniſſen abhängige Erſcheinungen unverändert[2] bleiben.

a. Größe, Figur (Abplattung) und Dichtigkeit der Erde.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos Bd. I. S. 171—178 und 420—425 Anm. 97—105.)

Der Erdkörper iſt gemeſſen und gewogen worden: zur Ermittelung ſeiner Geſtalt, ſeiner Dichtigkeit und Maſſe. Die Genauigkeit, nach welcher man unausgeſetzt in dieſen terreſtriſchen Beſtimmungen geſtrebt, hat nicht weniger als die Auflöſung der Probleme der Aſtronomie gleichzeitig zu der Vervollkommnung der Meßinſtrumente und der analytiſchen Methoden beigetragen. Ein entſcheidender Theil der Gradmeſſung iſt übrigens ſelbſt aſtronomiſch; Sternhöhen bedingen die Krümmung des Bogens, deſſen Länge durch Auflöſung eines trigonometriſchen Netzes gefunden iſt. Der höheren Mathematik iſt es geglückt Wege zu eröffnen, um aus gegebnen numeriſchen Elementen die ſchwierigen Aufgaben der Geſtalt der Erde, der Figur des Gleichgewichts einer flüſſigen homogenen oder dichten, ſchalenähnlich ungleichartigen Maſſe

zu lösen, welche sich um eine feste Achse gleichförmig dreht. Seit Newton und Huygens sind die berühmtesten Geometer des achtzehnten Jahrhunderts mit dieser Lösung beschäftigt gewesen. Es ist ersprießlich, stets daran zu erinnern, daß alles, was Großes durch Intensität geistiger Kraft und durch mathematische Ideencombination erlangt wird, seinen Werth nicht bloß von dem hat, was aufgefunden und der Wissenschaft angeeignet worden ist; sondern vorzugsweise von dem, was dieses Auffinden zur Ausbildung und Verstärkung des analytischen Werkzeugs beigetragen hat.

„Die geometrische Figur der Erde, der physischen entgegengesetzt[3], bestimmt diejenige Oberfläche, welche die Oberfläche des Wassers in einem mit dem Ocean zusammenhangenden, die Erde überall bedeckenden und durchkreuzenden Netze von Canälen annehmen würde. Die geometrische Oberfläche durchschneidet die Richtungen der Kräfte senkrecht, welche aus allen von den einzelnen Theilchen der Erde ausgehenden Anziehungen, verbunden mit der, ihrer Umdrehungs-Geschwindigkeit entsprechenden Centrifugalkraft, zusammengesetzt sind.[4] Sie kann im ganzen nur als eine dem elliptischen Rotations-Sphäroid sehr nahe zugehörige betrachtet werden; denn Unregelmäßigkeiten der Massenvertheilung im Inneren der Erde erzeugen bei local veränderter Dichtigkeit ebenfalls Unregelmäßigkeit in der geometrischen Oberfläche, welche das Product der Gesammtwirkung ungleich vertheilter Elemente ist. Die physische Oberfläche ist unmittelbar durch die wirklich vorhandene des Festen und Flüssigen auf der äußeren Erdrinde gegeben." Wenn es schon aus geologischen Gründen nicht unwahrscheinlich ist, daß zufällige Veränderungen, welche in

den geschmolzenen, trotz des Druckes, den sie erleiden, leicht bewegten Theilen des Inneren durch Ortswechsel in den Massen vorgehen, selbst die geometrische Oberfläche in Krümmung der Meridiane und Parallele in kleinen Räumen nach sehr langen Zeitabschnitten modificiren; so ist die physische Oberfläche in ihrer oceanischen Region durch Ebbe und Fluth (locale Depression und Anschwellung des Flüssigen) sogar periodisch einem Ortswechsel der Massen ausgesetzt. Die Kleinheit des Gravitations-Effectes in den continentalen Regionen kann einen sehr allmäligen Wechsel der wirklichen Beobachtung entziehen; und nach Bessel's Berechnung muß, um die Polhöhe eines Orts nur um 1″ zu vergrößern, in dem Inneren der Erde eine Ortsveränderung von einer Masse vorausgesetzt werden, deren Gewicht, ihre Dichtigkeit der mittleren Dichtigkeit der Erde gleich gesetzt, das von 114 geographischen Cubikmeilen[5] ist. So auffallend groß auch dieses Volum der ortsverändernden, bewegten Masse uns erscheint, wenn wir es mit dem Volum des Montblanc oder Chimborazo, oder Kintschindjinga vergleichen; so sinkt doch bald das Erstaunen über die Größe des Phänomens, wenn man sich erinnert, daß das Erdsphäroid über 2650 Millionen solcher Cubikmeilen umfaßt.

Das Problem der Figur der Erde, dessen Zusammenhang mit der geologischen Frage über früheren liquiden Zustand der planetarischen Rotations-Körper schon in der großen Zeit[6] von Newton, Huygens und Hooke erkannt wurde, ist mit ungleichem Erfolge auf drei Wegen zu lösen versucht worden: durch geodätisch-astronomische Gradmessung, durch Pendel-Versuche, und durch Ungleichheiten in der Länge und Breite des Mondes. Die erste

Methode zerfällt wieder in zwei Unterarten der Anwendung: Breitengrad-Meſſungen auf einem Meridian-Bogen, und Längengrad-Meſſungen auf verſchiedenen Parallelkreiſen.

Ohnerachtet bereits ſieben Jahre verfloſſen ſind, ſeitdem ich die Reſultate von Beſſel's großer Arbeit über die Dimenſionen des Erdkörpers in das allgemeine Naturgemälde aufgenommen habe; ſo kann doch dieſe Arbeit bis jetzt noch nicht durch eine mehr umfaſſende, auf neuere Gradmeſſungen gegründete, erſetzt werden. Einen wichtigen Zuwachs und eine Vervollkommnung aber hat ſie zu erwarten, wenn die bald vollendete ruſſiſche Gradmeſſung, welche ſich faſt vom Nordcap bis zum ſchwarzen Meere erſtreckt, wird veröffentlicht werden; und die indiſche, durch ſorgfältige Vergleichung des dabei gebrauchten Maaßes, in ihren Ergebniſſen mehr geſichert iſt. Laut Beſſel's, im Jahr 1841 bekannt gemachten Beſtimmungen iſt der mittlere Werth der Dimenſionen unſeres Planeten nach der genauen Unterſuchung[7] von zehn Gradmeſſungen folgender: die halbe große Are des elliptiſchen Rotations-Sphäroids, welchem ſich die unregelmäßige Figur der Erde am meiſten nähert, 3272077^t,14; die halbe kleine Are 3261139^t,33; die Länge des Erd-Quadranten 5131179^t,81; die Länge eines mittleren Meridiangrades 57013^t,109; die Länge eines Parallelgrades bei 0° Breite, alſo eines Aequatorgrades, 57108^t,520; die Länge eines Parallelgrades bei 45° Breite 40449^t,371; Abplattung $\frac{1}{299,152}$; die Länge einer geographiſchen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators, 3807^t,23. Die folgende Tafel zeigt die Zunahme der Länge der Meridiangrade vom Aequator gegen die Pole hin, wie ſie aus den Beobachtungen gefunden iſt, alſo modificirt durch locale Störungen der Anziehung:

Länder	Geogr. Breite der Mitte des gemessenen Bogens	Länge des gemessenen Bogens	Die aus den Beobachtungen folgende Länge eines Grades für die Breite der Mitte des gemessenen Bogens, in Toisen	Beobachter
Schweden	66° 20′ 10″ 66 19 37	1° 37′ 19″,6 0 57 30,4	57195,8 57201,8	Svanberg, Maupertuis
Rußland	56 3 55,5	8 2 28,9	57137,0	Struvé, Tenner
Preußen	54 58 26,0	1 30 29,0	57145,2	Bessel, Baeyer
Dänemark	54 8 13,7	1 31 53,3	57093,1	Schumacher
Hannover	52 32 16,6	2 0 57,4	57126,4	Gauß
England	52 35 45,0 52 2 19,4	3 57 13,1 2 50 23,5	57075,0 57071,8	Roy, Mudge, Kater
Frankreich	44 51 2,5	12 22 12,7	57012,5	Delambre, Méchain, Biot, Arago
Nordamerika . . .	39 12 0	1 28 45,0	56889,6	Mason, Dixon
Ostindien	16 8 21,5 12 32 20,8	15 57 40,7 1 34 56,4	56773,6 56759,0	Lambton, Everest Lambton
Quito (südl. Br.) .	1 31 0,4	3 7 3,5	56864,6	La Condamine, Bouguer
Vorgeb. der guten Hoffnung (südl. Br.)	33 18 30 35 43 20	1 13 17,5 3 34 34,7	57035,6 56932,5	Lacaille Maclear

Die Bestimmung der Figur der Erde durch Messung von Längengraden auf verschiedenen Parallelkreisen erfordert eine große Genauigkeit in den Unterschieden der Ortslängen. Schon Cassini de Thury und Lacaille bedienten sich 1740 der Pulver-Signale, um einen Perpendikel auf dem Meridian von Paris zu messen. In neuerer Zeit sind bei der großen trigonometrischen Aufnahme von England mit weit besseren Hülfsmitteln und größerer Sicherheit Längen der Bogen auf Parallelkreisen und Unterschiede der Meridiane bestimmt worden zwischen Beachy Head und Dunnose, wie zwischen Dover und Falmouth[8]: freilich nur in Längen-Unterschieden von 1° 26′ und 6° 22′. Die glänzendste dieser Operationen ist aber wohl die zwischen den Meridianen von Marennes, an der Westküste von Frankreich, und Fiume gewesen. Sie erstreckt sich über die westlichste Alpenkette und die lombardischen Ebenen von Mailand und Padua, in einer directen Entfernung von 15° 32′ 27″; und wurde ausgeführt von Brousseaud und Largeteau, Plana und Carlini, fast ganz unter dem sogenannten mittleren Parallel von 45°. Die vielen Pendel-Versuche, welche in der Nähe der Gebirgsketten gemacht worden sind, haben hier den schon früher erkannten Einfluß von localen Anziehungen, die sich aus der Vergleichung der astronomischen Breiten mit den Resultaten der geodätischen Messungen ergeben[9], auf eine merkwürdige Weise bestätigt.

Nach den zwei Unterarten der unmittelbaren Gradmessung: a) auf Meridian- und b) auf Parallelbogen, ist noch eine rein astronomische Bestimmung der Figur der Erde zu nennen. Es gründet sich dieselbe auf die Einwirkung, welche die Erde auf die Mondbewegung (auf die Ungleichheiten

in der Länge und Breite des Mondes) ausübt. Laplace, der zuerst die Ursach dieser Ungleichheiten aufgefunden, hat auch deren Anwendung gelehrt; und scharfsinnig gezeigt, wie dieselbe den großen Vorzug gewährt, welchen vereinzelte Gradmessungen und Pendel-Versuche nicht darzubieten vermögen: den Vorzug, die mittlere Figur (die Gestalt, welche dem ganzen Planeten zugehört) in einem einzigen, einfachen Resultate zu offenbaren. Man erinnert hier gern wieder [10] an den glücklichen Ausdruck des Erfinders der Methode: „daß ein Astronom, ohne seine Sternwarte zu verlassen, in der Bewegung eines Himmelskörpers die individuelle Gestalt der Erde, seines Wohnsitzes, lesen könne." Nach einer letzten Revision der beiden Ungleichheiten in der Länge und Breite unseres Satelliten, und durch die Benutzung von mehreren tausend Beobachtungen von Bürg, Bouvard und Burckhardt [11] fand Laplace vermittelst dieser seiner Lunar-Methode eine Abplattung, welche der der Breitengrad-Messungen $\left(\frac{1}{299}\right)$ nahe genug kommt: nämlich $\frac{1}{306}$.

Ein drittes Mittel, die Gestalt der Erde (d. i. das Verhältniß der großen zur kleinen Are, unter der Voraussetzung einer elliptisch sphäroidischen Gestalt) durch Ergründung des Gesetzes zu finden, nach welchem vom Aequator gegen die Rotations-Pole hin die Schwere zunimmt; bieten die Schwingungen der Pendel dar. Zur Zeitbestimmung hatten sich dieser Schwingungen zuerst die arabischen Astronomen und namentlich Ebn-Junis, am Ende des 10ten Jahrhunderts, in der Glanzperiode der Abbassidischen Chalifen [12], bedient; auch, nach sechshundertjähriger Vernachlässigung, Galilei und der Pater Riccioli zu Bologna. [13] Durch Verbindung mit Räderwerk zur Regulirung des Ganges der Uhren (angewandt zuerst in den unvollkommenen Versuchen von

Sanctorius zu Padua 1612, dann in der vollendeten Arbeit von Huygens 1656) hat das Pendel in Richer's Vergleichung des Ganges derſelben aſtronomiſchen Uhr zu Paris und Cayenne (1672) den erſten materiellen Beweis von der verſchiedenen Intenſität der Schwere unter verſchiedenen Breiten gegeben. Picard war zwar mit der Ausrüſtung zu dieſer wichtigen Reiſe beſchäftigt, aber er ſchreibt ſich deshalb nicht das Verdienſt des erſten Vorſchlages zu. Richer verließ Paris im October 1671; und Picard, in der Beſchreibung ſeiner Breitengrad-Meſſung, die ebenfalls im Jahr 1671 erſchien, erwähnt bloß [14] „einer Vermuthung, welche in einer der Sitzungen der Akademie von einem Mitgliede geäußert worden ſei, und nach welcher wegen der Rotation der Erde die Gewichte eine geringere Schwere unter dem Aequator als unter dem Pole haben möchten.“ Er fügt zweifelnd hinzu: „daß allerdings nach einigen Beobachtungen, die in London, Lyon und Bologna angeſtellt ſeien, es ſcheine, als müſſe das Secunden-Pendel verkürzt werden, je näher man dem Aequator komme; aber andererſeits ſei er auch nicht genug von der Genauigkeit der angegebenen Meſſungen überzeugt, weil im Haag die Pendellänge trotz der nördlicheren Lage ganz wie in Paris gefunden werde.“ Wann Newton zuerſt die ihm ſo wichtige Kenntniß von den durch Richer 1672 erlangten, aber erſt 1679 durch den Druck veröffentlichten Pendel-Reſultaten, oder von Caſſini's, ſchon vor 1666 gemachter Entdeckung der Abplattung des Jupiter erhalten hat; wiſſen wir leider nicht mit derſelben Genauigkeit, als uns ſeine ſehr verſpätete Kenntniß von Picard's Gradmeſſung erwieſen iſt. In einem Zeitpunkte, wo in einem ſo glücklichen Wettkampfe theoretiſche Anſichten zu Anſtellung

von Beobachtungen anregten und wiederum Ergebnisse der Beobachtung auf die Theorie reagirten, ist für die Geschichte der mathematischen Begründung einer physischen Astronomie die genaue Aufzählung der einzelnen Epochen von großem Interesse.

Wenn die unmittelbaren Messungen von Meridian- und Parallelgraden (die ersteren vorzugsweise in der französischen Gradmessung [15] zwischen Br. 44° 42′ und 47° 30′; die zweiten bei Vergleichung von Punkten, die östlich und westlich liegen von den grajischen, cottischen und Meer-Alpen [16]) schon große Abweichungen von der mittleren ellipsoidischen Gestalt der Erde verrathen; so sind die Schwankungen in dem Maaße der Abplattung, welche geographisch verschieden vertheilte Pendellängen und ihre Gruppirungen geben, noch um vieles auffallender. Die Bestimmung der Figur der Erde durch die zu- oder abnehmende Schwere (Intensität der örtlichen Attraction) setzt voraus, daß die Schwere an der Oberfläche des rotirenden Sphäroids dieselbe blieb, die sie zu der Zeit der Erstarrung aus dem flüssigen Zustande war; und daß nicht spätere Veränderungen der Dichtigkeit daselbst vorgingen. [17] Trotz der großen Vervollkommnung der Instrumente und Methoden durch Borda, Kater und Bessel sind gegenwärtig in beiden Erdhälften: von den Malouinen, wo Freycinet, Duperrey und Sir James Roß nach einander beobachtet haben, bis Spitzbergen, also von 51° 35′ S. bis 79° 50′ N. B.; doch nur 65 bis 70 unregelmäßig zerstreute Punkte [18] anzugeben, in denen die Länge des einfachen Pendels mit derselben Genauigkeit bestimmt worden ist als die Orts-Position in Breite, Länge und Höhe über dem Meere.

Sowohl durch die Pendel-Versuche auf dem von den französischen Astronomen gemessenen Theile eines Meridianbogens wie durch die Beobachtungen, welche Cap. Kater bei der trigonometrischen Aufnahme in Großbritannien gemacht, wurde anerkannt, daß die Resultate sich keineswegs einzeln durch eine Variation der Schwere im Verhältniß des Quadrats des Sinus der Breite darstellen ließen. Es entschloß sich daher die englische Regierung (auf Anregung des Vice-Präsidenten der Royal Society, Davies Gilbert) zur Ausrüstung einer wissenschaftlichen Expedition, welche meinem Freunde Eduard Sabine, der als Astronom den Capitän Parry auf seiner ersten Nordpol-Unternehmung begleitet hatte, anvertraut wurde. Es führte ihn dieselbe in den Jahren 1822 und 1823 längs der westlichen afrikanischen Küste, von Sierra Leone bis zu der Insel S. Thomas, nahe am Aequator; dann über Ascension nach der Küste von Südamerika (von Bahia bis zum Ausfluß des Orinoco), nach Westindien und Neu-England; wie im hohen arctischen Norden bis Spitzbergen, und zu einem von gefahrdrohenden Eiswällen verdeckten, noch unbesuchten Theile des östlichen Grönlands (74° 32′). Dieses glänzende und so glücklich ausgeführte Unternehmen hatte den Vorzug, daß es seinem Hauptzwecke nach nur auf Einen Gegenstand gerichtet war, und Punkte umfaßte, die 93 Breitengrade von einander entfernt sind.

Der Aequinoctial- und arctischen Zone weniger genähert lag das Feld der französischen Gradmessungen; aber es gewährte dasselbe den großen Vortheil einer linearen Gruppirung der Beobachtungsorte, und der unmittelbaren Vergleichung mit der partiellen Bogenkrümmung, wie sie sich aus den geodätisch-astronomischen Operationen ergeben hatte. Biot

hat die Reihe der Pendel-Meſſungen von Formentera aus (38° 39′ 56″), wo er früher mit Arago und Chair beobachtete, im Jahr 1824 bis nach Unſt, der nördlichſten der Shetlands-Inſeln (60° 45′ 25″), fortgeſetzt, und ſie mit Mathieu auf den Parallelen von Bordeaux, Figeac und Padua bis Fiume erweitert.[19] Dieſe Pendel-Reſultate, mit denen von Sabine verglichen, geben für den ganzen nördlichen Quadranten allerdings die Abplattung von $\frac{1}{290}$; aber, in zwei Hälften getrennt, um ſo abweichendere Reſultate[20]: vom Aequator bis 45° gar $\frac{1}{276}$, und von 45° bis zum Pol $\frac{1}{306}$. Der Einfluß der umgebenden dichteren Gebirgsmaſſen (Baſalt, Grünſtein, Diorit, Melaphyr; im Gegenſatz von ſpecifiſch leichteren Flöz- und Tertiär-Formationen) hat ſich für beide Hemiſphären (wie der, die Intenſität der Schwere vermehrende Einfluß der vulkaniſchen Eilande[21]) in den meiſten Fällen erkennbar gemacht; aber viele Anomalien, die ſich darbieten, laſſen ſich nicht aus der uns ſichtbaren geologiſchen Bodenbeſchaffenheit erklären.

Für die ſüdliche Erdhälfte beſitzen wir eine kleine Reihe vortrefflicher, aber freilich auf großen Flächen weit zerſtreuter Beobachtungen von Freycinet, Duperrey, Fallows, Lütke, Brisbane und Rümker. Es beſtätigen dieſelben, was ſchon in der nördlichen Erdhälfte ſo auffallend iſt: daß die Intenſität der Schwere nicht an Oertern, welche gleiche Breite haben, dieſelbe iſt; ja daß die Zunahme der Schwere vom Aequator gegen die Pole unter verſchiednen Meridianen ungleichen Geſetzen unterworfen zu ſein ſcheint. Wenn Lacaille's Pendel-Meſſungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und die auf der ſpaniſchen Weltumſeglung von

Malaspina den Glauben hatten verbreiten können, daß die südliche Hemisphäre im allgemeinen beträchtlich mehr abgeplattet sei als die nördliche; so haben, wie ich schon an einem anderen Orte [22] angeführt, die Malouinen-Inseln und Neu-Holland, verglichen mit Neu-York, Dünkirchen und Barcelona, in genaueren Resultaten das Gegentheil erwiesen.

Aus dem bisher Entwickelten ergiebt sich: daß das Pendel (ein nicht unwichtiges geognostisches Untersuchungsmittel; eine Art Senkblei, in tiefe, ungesehene Erdschichten geworfen) uns doch mit geringerer Sicherheit über die Gestalt unseres Planeten aufklärt als Gradmessungen und Mondbewegung. Die concentrischen, elliptischen, einzeln homogenen, aber von der Oberfläche gegen das Erd-Centrum an Dichtigkeit (nach gewissen Functionen des Abstandes) zunehmenden Schichten können, in einzelnen Theilen des Erdkörpers nach ihrer Beschaffenheit, Lage und Dichtigkeits-Folge verschieden, an der Oberfläche locale Abweichungen in der Intensität der Schwere erzeugen. Sind die Zustände, welche jene Abweichungen hervorbringen, um vieles neuer als die Erhärtung der äußeren Rinde, so kann man sich die Figur der Oberfläche als örtlich nicht modificirt durch die innere Bewegung der geschmolzenen Massen denken. Die Verschiedenheit der Resultate der Pendel-Messung ist übrigens viel zu groß, als daß man sie gegenwärtig noch Fehlern der Beobachtung zuschreiben könnte. Wo auch durch mannigfach versuchte Gruppirung und Combination der Stationen Uebereinstimmung in den Resultaten oder erkennbare Gesetzmäßigkeit gefunden wird, ergeben immer die Pendel eine größere Abplattung (ohngefähr schwankend zwischen den Grenzen $\frac{1}{275}$ und $\frac{1}{290}$) als die, welche aus den Gradmessungen hat geschlossen werden können.

Beharren wir bei dieſer, wie ſie nach Beſſel's letzter Beſtimmung gegenwärtig am allgemeinſten angenommen wird, alſo bei einer Abplattung von $\frac{1}{299,152}$; ſo beträgt die Anſchwellung [23] unter dem Aequator eine Höhe von 3272077'— 3261139' = 10938 Toiſen oder 65628 Pariſer Fuß: ohngefähr $2\frac{4}{5}$ (genauer 2,873) geographiſche Meilen. Da man ſeit früheſter Zeit gewohnt iſt eine ſolche Anſchwellung oder convexe Erhebung der Erdoberfläche mit wohlgemeſſenen Gebirgsmaſſen zu vergleichen: ſo wähle ich als Gegenſtände der Vergleichung den höchſten unter den jetzt bekannten Gipfeln des Himalaya, den vom Oberſt Waugh gemeſſenen Kintſchindjinga von 4406 Toiſen (26436 Fuß); und den Theil der Hochebene Tibets, welcher den Heiligen Seen Rakas-Tal und Manaſſarovar am nächſten iſt, und nach Lieut. Henry Strachey die mittlere Höhe von 2400 Toiſen erreicht. Unſer Planet iſt demnach nicht ganz dreimal ſo viel in der Aequatorial-Zone angeſchwollen, als die Erhebung des höchſten Erdberges über der Meeresfläche beträgt; faſt fünfmal ſo viel als das öſtliche Plateau von Tibet.

Es iſt hier der Ort zu bemerken, daß die durch bloße Gradmeſſungen oder durch Combinationen von Grad- und Pendel-Meſſungen ſich ergebenden Reſultate der Abplattung weit geringere Verſchiedenheiten [24] in der Höhe der Aequinoctial-Anſchwellung darbieten, als man auf den erſten Anblick der Bruchzahlen zu vermuthen geneigt ſein könnte. Der Unterſchied der Polar-Abplattungen $\frac{1}{310}$ und $\frac{1}{280}$ beträgt für die Unterſchiede der größten und kleinſten Erdachſe nach den beiden äußerſten Grenzzahlen nur etwas über 6600 Fuß: nicht das Doppelte der kleinen Berghöhen des

Brockens und des Vesuvs; ohngefähr nur um $\frac{1}{10}$ abweichend von der Anschwellung, welche die Abplattung $\frac{1}{299}$ giebt.

Sobald genauere, unter sehr verschiedenen Breiten gemachte Gradmessungen gelehrt hatten, daß die Erde in ihrem Inneren nicht gleichförmig dicht sein könne, weil die aufgefundnen Resultate der Abplattung die letztere um vieles geringer darstellen, als Newton $(\frac{1}{230})$; um vieles größer, als Huygens $(\frac{1}{578})$, der sich alle Anziehung im Centrum der Erde vereinigt dachte, annahmen: mußte der Zusammenhang des Werthes der Abplattung mit dem Gesetze der Dichtigkeit im Inneren der Erdkugel ein wichtiger Gegenstand des analytischen Calculs werden. Die theoretischen Speculationen über die Schwere leiteten früh auf die Betrachtung der Anziehung großer Gebirgsmassen, welche frei, klippenartig sich auf dem trocknen Boden des Luftmeeres erheben. Schon Newton untersuchte in seinem Treatise of the System of the World in a popular way 1728, um wie viel ein Berg, der an 2500 Pariser Fuß Höhe und 5000 Fuß Durchmesser hätte, das Pendel von seiner lothrechten Richtung abziehen würde. In dieser Betrachtung liegt wahrscheinlich die Veranlassung zu den wenig befriedigenden Versuchen von Bouguer am Chimborazo[25]; von Maskelyne und Hutton am Berg Shehallien in Perthshire nahe bei Blair Athol; zu der Vergleichung von Pendellängen auf dem Gipfel einer 6000 Fuß erhabenen Hochebene mit der Pendellänge am Meeresufer (Carlini bei dem Hospitium des Mont Cenis, und Biot und Mathieu bei Bordeaux); zu den feinen und allein entscheidenden Experimenten von Reich (1837) und Baily mit dem von John Mitchell[26] erfundenen und durch Wollaston zu Cavendish

übergegangenen sinnreichen Apparate der Drehwage. Es ist von den drei Arten der Bestimmung der Dichtigkeit unseres Planeten (durch Bergnähe, Höhe einer Bergebene und Drehwage) in dem Naturgemälde (Kosmos Bd. I. S. 176—178 und 424 Anm. 6) so umständlich gehandelt worden, daß nur noch die in Reich's neuer Abhandlung [27] enthaltenen, in den Jahren 1847 und 1850 von diesem unermüdlichen Forscher angestellten Versuche hier erwähnt werden müssen. Das Ganze kann nach dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens folgendermaßen zusammengestellt werden:

Shehallien (nach dem Mittel des von Playfair gefundenen Mar. 4,867 und Min. 4,559) . .	4,713
Mont Cenis, Beob. von Carlini mit der Correction von Giulio	4,950
Drehwage:	
Cavendish nach Baily's Berechnung . . .	5,448
Reich 1838	5,440
Baily 1842	5,660
Reich 1847—1850	5,577

Das Mittel der beiden letzten Resultate giebt für die Dichtigkeit der Erde 5,62 (die des Wassers = 1 gesetzt): also viel mehr als die dichtesten feinkörnigen Basalte (nach Leonhard's zahlreichen Versuchen 2,95—3,67), mehr als Magneteisenerz (4,9—5,2), um weniges geringer als gediegen Arsen von Marienberg oder Joachimsthal. Wir haben bereits oben (Kosmos Bd. I. S. 177) bemerkt, daß bei der großen Verbreitung von Flöz-, Tertiär-Formationen und aufgeschwemmten Schichten, welche den uns sichtbaren, continentalen Theil der Erdoberfläche bilden (die plutonischen und vulkanischen Erhebungen erfüllen inselförmig überaus

kleine Räume), die Feſte in der oberen Erdrinde kaum eine Dichtigkeit von 2,4 bis 2,6 erreicht. Wenn man nun mit Rigaud das Verhältniß der Feſte zur flüſſigen oceaniſchen Fläche wie 10 : 27 annimmt, und erwägt, daß letztere nach Verſuchen mit dem Senkblei über 26000 Pariſer Fuß Waſſerdicke erreicht; ſo iſt die ganze Dichtigkeit der oberen Schichten des Planeten unter der trocknen und oceaniſchen Oberfläche kaum 1,5. Es iſt gewiß mit Unrecht, wie ein berühmter Geometer, Plana, bemerkt, daß der Verfaſſer der Mécanique céleste der oberen Erdſchicht die Dichtigkeit des Granits zuſchreibt und dieſe auch, etwas hoch, = 3 anſetzt [28]: was ihm für das Centrum der Erde die Dichtigkeit von 10,047 giebt. Letztere wird nach Plana 16,27, wenn man die oberen Erdſchichten = 1,83 ſetzt: was wenig von 1,5 oder 1,6 als totale Erdrinden-Dichtigkeit abweicht. Das Pendel, das ſenkrechte wie das horizontale (die Drehwage), hat allerdings ein geognoſtiſches Inſtrument genannt werden können; aber die Geologie der unzugänglichen inneren Erdräume iſt, wie die Aſtrognoſie der dunklen Weltkörper, nur mit vieler Vorſicht zu behandeln. Ich muß ohnedies noch in dem vulkaniſchen Abſchnitt dieſes Werkes die, ſchon von Anderen angeregten Probleme der Strömungen in der allgemeinen Flüſſigkeit des Inneren des Planeten, der wahrſcheinlichen oder unwahrſcheinlichen periodiſchen Ebbe- und Fluth-Bewegung in einzelnen, nicht ganz gefüllten Becken, oder der Exiſtenz undichter Räume unter den gehobenen Gebirgsketten [29], berühren. Es iſt im Kosmos keine Betrachtung zu übergehen, auf welche wirkliche Beobachtungen oder nicht entfernte Analogien zu leiten ſcheinen.

b. Innere Wärme des Erdkörpers und Vertheilung derſelben.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos Bd. I. S. 179—184 und S. 425—427 Anm. 7—10.)

Die Betrachtungen über die innere Wärme des Erdkörpers, deren Wichtigkeit durch ihren jetzt ſo allgemein anerkannten Zuſammenhang mit vulkaniſchen und Hebungs-Erſcheinungen erhöht worden iſt, ſind gegründet theils auf directe und daher unbeſtreitbare Meſſungen der Temperatur in Quellen, Bohrlöchern und unterirdiſchen Grubenbauen; theils auf analytiſche Combinationen über die allmälige Erkältung unſeres Planeten und den Einfluß, welchen die Wärme-Abnahme auf die Rotations-Geſchwindigkeit [30] und auf die Richtung der inneren Wärme-Strömungen in der Urzeit mag ausgeübt haben. Die Geſtalt des abgeplatteten Erdſphäroids iſt ſelbſt wieder von dem Geſetze der zunehmenden Dichtigkeit abhängig in concentriſchen, über einander liegenden, nicht homogenen Schalen. Der erſte, experimentale und darum ſichrere Theil der Unterſuchung, auf den wir uns hier beſchränken, verbreitet aber nur Licht über die uns allein zugängliche, ihrer Dicke nach unbedeutende Erdrinde: während der zweite, mathematiſche Theil, der Natur ſeiner Anwendungen nach, mehr negative als poſitive Reſultate liefert. Den Reiz ſcharfſinniger Gedankenverbindungen [31] darbietend, leitet dieſer zu Problemen, welche bei den Muthmaßungen über den Urſprung der vulkaniſchen Kräfte und die Reaction des geſchmolzenen Inneren gegen die ſtarre äußere Schale nicht ganz unberührt bleiben können. Platons geognoſtiſche Mythe vom Pyriphlegethon [32], als Urſprung aller heißen Quellen wie der vulkaniſchen Feuerſtröme, war hervorgegangen aus dem ſo früh und ſo allgemein gefühlten

Bedürfniß, für eine große und verwickelte Reihe von Erscheinungen eine gemeinsame Ursach aufzufinden.

Bei der Mannigfaltigkeit der Verhältnisse, welche die Erdoberfläche darbietet in Hinsicht auf Insolation (Sonnen-Einwirkung) und auf Fähigkeit die Wärme auszustrahlen, bei der großen Verschiedenheit der Wärme-Leitung nach Maaßgabe der in ihrer Zusammensetzung und Dichte heterogenen Gebirgsarten: ist es nicht wenig zu bewundern, daß da, wo die Beobachtungen mit Sorgfalt und unter günstigen Umständen angestellt sind, die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe in sehr ungleichen Localitäten meist so übereinstimmende Resultate gegeben hat. Bohrlöcher: besonders wenn sie noch mit trüben, etwas durch Thon verdickten, den inneren Strömungen minder günstigen Flüssigkeiten gefüllt sind, und wenig Zuflüsse seitwärts in verschiedenen Höhen durch Queerklüfte erhalten; bieten bei sehr großer Tiefe die meiste Sicherheit dar. Wir beginnen daher, eben dieser Tiefe wegen, mit zweien der merkwürdigsten artesischen Brunnen: dem von Grenelle zu Paris, und dem von Neu-Salzwerk im Soolbade Oeynhausen bei Minden. Die genauesten Bestimmungen für beide sind die, welche hier folgen:

Nach den Messungen von Walferdin [33], dessen Scharfsinn man eine ganze Reihe feiner Apparate zur Bestimmung der Temperatur in den Tiefen des Meeres oder der Brunnen verdankt, liegt die Bodenfläche des Abattoir du Puits de Grenelle 36m,24 über dem Meere. Der obere Ausfluß der aufsteigenden Quelle ist noch 33m,33 höher. Diese Total-Höhe der steigenden Wasser (69m,57) ist im Vergleich mit dem Niveau des Meeres ohngefähr 60 Meter niedriger als das Ausgehen der Grünsand-Schicht in den Hügeln bei Lusigny, südöstlich

von Paris, deren Infiltrationen man das Aufſteigen der Waſſer im arteſiſchen Brunnen von Grenelle zuſchreibt. Die Waſſer ſind erbohrt in 547m (1683 Pariſer Fuß) Tiefe unter dem Boden des Abattoirs, oder 510m,76 (1572 Fuß) unter dem Meeresſpiegel; alſo ſteigen ſie im ganzen 580m,33 (1786 Fuß). Die Temperatur der Quelle iſt 27°,75 cent. (22°,2 R.). Die Zunahme der Wärme iſt alſo 32m,3 (99½ Fuß) für 1° des hunderttheiligen Thermometers.

Das Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Rehme liegt in ſeiner Mündung 217 Fuß über der Meeresfläche (über dem Pegel bei Amſterdam). Es hat erreicht unter der Erdoberfläche: unter dem Punkte, wo die Arbeit begonnen iſt, die abſolute Tiefe von 2144 Fuß. Die Soolquelle, welche mit vieler Kohlenſäure geſchwängert ausbricht, iſt alſo 1926 Fuß unter der Meeresfläche gelegen: eine relative Tiefe, die vielleicht die größte iſt, welche die Menſchen je im Inneren der Erde erreicht haben. Die Soolquelle von Neu-Salzwerk (Bad Oeynhauſen) hat eine Temperatur von 32°,8 (26°,3 R.); und da die mittlere Jahres-Temperatur der Luft in Neu-Salzwerk etwas über 9°,6 (7°,7 R.) beträgt, ſo darf man auf eine Zunahme der Temperatur von 1° cent. für 92,4 Fuß oder 30 Meter ſchließen. Das Bohrloch von Neu-Salzwerk [34] iſt alſo, mit dem von Grenelle verglichen, 461 Fuß abſolut tiefer; es ſenkt ſich 354 Fuß mehr unter die Oberfläche des Meeres, und die Temperatur ſeiner Waſſer iſt 5°,1 höher. Die Zunahme der Wärme iſt in Paris für jeden hunderttheiligen Grad um 7,1 Fuß, alſo kaum um $\frac{1}{14}$ ſchneller. Ich habe ſchon oben [35] darauf aufmerkſam gemacht, wie ein von Auguſte de la Rive und Marcet zu Brégny bei Genf

unterſuchtes Bohrloch von nur 680 Fuß Tiefe ein ganz gleiches Reſultat gegeben hat, obgleich daſſelbe in einer Höhe von mehr als 1500 Fuß über dem mittelländiſchen Meere liegt.

Wenn man den drei eben genannten Quellen, welche zwiſchen 680 und 2144 Fuß abſolute Tiefe erreichen, noch eine: die von Mont Wearmont bei Newcaſtle (die Grubenwaſſer des Kohlenbergwerks, in welchem nach Phillips 1404 Fuß unter dem Meeresſpiegel gearbeitet wird), hinzufügt; ſo findet man das merkwürdige Reſultat, daß an vier von einander ſo entfernten Orten die Wärme-Zunahme für 1° cent. nur zwiſchen 91 und 99 Pariſer Fuß ſchwankt.[36] Dieſe Uebereinſtimmung kann aber nach der Natur der Mittel, das man anwendet, um die innere Erdwärme in beſtimmten Tiefen zu ergründen, nicht überall erwartet werden. Wenn auch angenommen wird, daß die auf Höhen ſich infiltrirenden Meteor-Waſſer durch hydroſtatiſchen Druck, wie in communicirenden Röhren, das Aufſteigen der Quellen an tieferen Punkten bewirken, und daß die unterirdiſchen Waſſer die Temperatur der Erdſchichten annehmen, mit welchen ſie in Contact gelangen; ſo können die erbohrten Waſſer in gewiſſen Fällen, mit ſenkrecht niedergehenden Waſſerklüften communicirend, doch noch einen anderen Zuwachs von Wärme aus uns unbekannter Tiefe erhalten. Ein ſolcher Einfluß, welchen man ſehr von dem der verſchiedenen Leitungsfähigkeit des Geſteins unterſcheiden muß, kann an Punkten ſtattfinden, die dem Bohrloch ſehr fern liegen. Wahrſcheinlich bewegen ſich die Waſſer im Inneren der Erde bald in beſchränkten Räumen, auf Spalten gleichſam flußartig (daher oft von nahen Bohrverſuchen nur einige gelingen); bald ſcheinen dieſelben in horizontaler Richtung weit ausgedehnte Becken zu bilden: ſo daß dieſes Verhältniß überall

die Arbeit begünſtigt, und in ſehr ſeltenen Fällen durch Anweſenheit von Aalen, Muſcheln und Pflanzenreſten einen Zuſammenhang mit der Erdoberfläche verräth. Wie nun aus den oben bezeichneten Urſachen die aufſteigenden Quellen bisweilen wärmer ſind, als nach der geringen Tiefe des Bohrlochs zu erwarten wäre; ſo wirken in entgegengeſetztem Sinne kältere Waſſer, welche aus ſeitwärts zuführenden Queerklüften hervorbrechen.

Es iſt bereits bemerkt worden, daß Punkte, welche im Inneren der Erde bei geringer Tiefe in derſelben Verticallinie liegen, zu ſehr verſchiedenen Zeiten das Maximum und Minimum der durch Sonnenſtand und Jahreszeiten veränderten Temperatur der Atmoſphäre empfangen. Nach den, immer ſehr genauen Beobachtungen von Quetelet[37] ſind die täglichen Variationen ſchon in der Tiefe von $3\frac{4}{5}$ Fuß nicht mehr bemerkbar; und zu Brüſſel trat die höchſte Temperatur in 24 Fuß tief eingeſenkten Thermometern erſt am 10 December, die niedrigſte am 15 Juni ein. Auch in den ſchönen Verſuchen, die Forbes in der Nähe von Edinburg über das Leitungsvermögen verſchiedener Gebirgsarten anſtellte, traf das Maximum der Wärme im baſaltartigen Trapp von Calton-Hill erſt am 8 Januar in 23 Fuß Tiefe ein.[38] Nach der vieljährigen Reihe von Beobachtungen Arago's im Garten der Pariſer Sternwarte ſind im Laufe eines ganzen Jahres noch ſehr kleine Temperatur-Unterſchiede bis 28 Fuß unter der Oberfläche bemerkbar geweſen. Eben ſo fand ſie Bravais noch 1^0 in $26\frac{1}{2}$ Fuß Tiefe im hohen Norden zu Boſſekop in Finmark (Br. 69^0 58′). Der Unterſchied zwiſchen den höchſten und niedrigſten Temperaturen des Jahres iſt um ſo kleiner, je tiefer man hinabſteigt. Nach Fourrier nimmt dieſer Unterſchied in geometriſcher Reihe ab, wenn die Tiefe in arithmetiſcher wächſt.

Die invariable Erdſchicht iſt in Hinſicht ihrer Tiefe (ihres Abſtandes von der Oberfläche) zugleich abhängig von der Polhöhe, von der Leitungsfähigkeit des umgebenden Geſteins, und der Größe des Temperatur-Unterſchiedes zwiſchen der heißeſten und kälteſten Jahreszeit. In der Breite von Paris (48° 50′) werden herkömmlich die Tiefe und Temperatur der Caves de l'Observatoire (86 Fuß und 11°,834) für Tiefe und Temperatur der invariablen Erdſchicht gehalten. Seitdem (1783) Caſſini und Legentil ein ſehr genaues Queckſilber-Thermometer in jenen unterirdiſchen Räumen, welche Theile alter Steinbrüche ſind, aufgeſtellt haben, iſt der Stand des Queckſilbers in der Röhre um 0°,22 geſtiegen.[39] Ob die Urſach dieſes Steigens einer zufälligen Veränderung der Thermometer-Scale, die jedoch von Arago 1817 mit der ihm eigenen Sorgfalt berichtigt worden iſt, oder wirklich einer Wärme-Erhöhung zugeſchrieben werden müſſe; iſt noch unentſchieden. Die mittlere Temperatur der Luft in Paris iſt 10°,822. Bravais glaubt, daß das Thermometer in den Caves de l'Observatoire ſchon unter der der Grenze der invariablen Erdſchicht ſtehe, wenn gleich Caſſini noch Unterſchiede von zwei Hunderttheilen eines Grades zwiſchen der Winter- und Sommer-Temperatur finden wollte[40], aber freilich die wärmere Temperatur im Winter. Wenn man das Mittel vieler Beobachtungen der Bodenwärme zwiſchen den Parallelen von Zürich (47° 22′) und Upſala (59° 51′) nimmt, ſo erhält man für 1° Temperatur-Zunahme die Tiefe von 67½ Fuß. Die Unterſchiede der Breite ſteigen nur auf 12 bis 15 Fuß Tiefe, und zwar ohne regelmäßige Veränderung von Süden nach Norden, weil der gewiß vorhandene Einfluß der Breite ſich in dieſen, noch zu engen Grenzen der Verſchiedenheit der Tiefen mit dem

Einfluß der Leitungsfähigkeit des Bodens und der Fehler der Beobachtung vermiſcht.

Da die Erdſchicht, in der man anfängt keine Temperatur-Veränderung mehr den ganzen Jahres-Cyclus hindurch zu bemerken, nach der Theorie der Wärme-Vertheilung um ſo weniger von der Oberfläche entfernt liegt, als die Maxima und Minima der Jahres-Temperatur weniger von einander verſchieden ſind; ſo hat dieſe Betrachtung meinen Freund, Herrn Bouſſingault, auf die ſcharfſinnige und bequeme Methode geleitet, in der Tropengegend, beſonders 10 Grad nördlich und ſüdlich vom Aequator, die mittlere Temperatur eines Orts durch die Beobachtung eines Thermometers zu beſtimmen, das 8 bis 12 Zoll in einem bedeckten Raume eingegraben iſt. Zu den verſchiedenſten Stunden, ja in verſchiedenen Monaten (wie die Verſuche vom Oberſt Hall nahe am Littoral des Choco, in Tumaco; die von Salaza in Quito; die von Bouſſingault in la Vega de Zupia, Marmato und Anserma Nuevo im Cauca-Thale beweiſen), hat die Temperatur nicht um zwei Zehntel eines Grades variirt; und faſt in denſelben Grenzen iſt ſie identiſch mit der mittleren Temperatur der Luft an ſolchen Orten geweſen, wo letztere aus ſtündlichen Beobachtungen hergeleitet worden iſt. Dazu blieb dieſe Identität, was überaus merkwürdig ſcheint, ſich vollkommen gleich: die thermometriſchen Sonden (von weniger als 1 Fuß Tiefe) mochten am heißen Ufer der Südſee in Guayaquil und Payta, oder in einem Indianer-Dörfchen am Abhange des Vulkans von Purace, das ich nach meinen Barometer-Meſſungen 1356 Toiſen (2643,2 Meter) hoch über dem Meere gefunden habe, angeſtellt werden. Die mittleren Temperaturen waren in dieſen Höhen-Abſtänden um volle 14° verſchieden. [41]

Eine beſondere Aufmerkſamkeit verdienen, glaube ich, zwei Beobachtungen, die ich in den Gebirgen von Peru und Mexico gemacht habe: in Bergwerken, welche höher liegen als der Gipfel des Pic von Teneriffa; höher als alle, in die man wohl bis dahin je ein Thermometer getragen hatte. Mehr als zwölftauſend Fuß über dem Meeresſpiegel habe ich die unterirdiſche Luft 14° wärmer als die äußere gefunden. Das peruaniſche Städtchen Micuipampa [42] liegt nämlich nach meinen aſtronomiſchen und hypſometriſchen Beobachtungen in der ſüdlichen Breite von 6° 43′ und in der Höhe von 1857 Toiſen, am Fuß des, wegen ſeines Silberreichthums berühmten Cerro de Gualgayoc. Der Gipfel dieſes faſt iſolirten, ſich caſtellartig und maleriſch erhebenden Berges iſt 240 Toiſen höher als das Straßenpflaſter des Städtchens Micuipampa. Die äußere Luft war fern vom Stollen-Mundloch der Mina del Purgatorio 5°,7; aber in dem Inneren der Grubenbaue, ohngefähr in 2057 Toiſen (12342 Fuß) Höhe über dem Meere, ſah ich das Thermometer überall die Temperatur von 19°,8 anzeigen: Differenz 14°,1. Das Kalkgeſtein war vollkommen trocken, und ſehr wenige Bergleute arbeiteten dort. In der Mina de Guadalupe, die in derſelben Höhe liegt, fand ich die innere Luft-Temperatur 14°,4: alſo Differenz gegen die äußere Luft 8°,7. Die Waſſer, welche hier aus der ſehr naſſen Grube hervorſtrömten, hatten 11°,3. Die mittlere jährliche Luft-Temperatur von Micuipampa iſt wahrſcheinlich nicht über 7° ½. In Mexico, in den reichen Silberbergwerken von Guanaruato, fand ich in der Mina de Valenciana [43] die äußere Luft-Temperatur in der Nähe des Tiro Nuevo (7122 Fuß über dem Meere) 21°,2; und die Grubenluft im Tiefſten, in den Planes de San Bernardo (1530 Fuß unter der Oeffnung des Schachtes Tiro Nuevo), volle 27°: ohngefähr die

Mittel-Temperatur des Littorals am mexicanischen Meerbusen. In einer Strecke, welche 138 Fuß höher als die Sohle der Planes de San Bernardo liegt, zeigt sich, aus dem Queer-Gestein ausbrechend, eine Quelle mit der Wärme von 29°,3. Die von mir bestimmte nördliche Breite der Bergstadt Guanaxuato ist 21° 0′, bei einer Mittel-Temperatur, welche ohngefähr zwischen 15°,8 und 16°,2 fällt. Es würde ungeeignet sein hier über die Ursachen vielleicht ganz localer Erhöhung der unterirdischen Temperatur in Gebirgshöhen von sechs- bis zwölftausend Fuß, schwer zu begründende Vermuthungen aufzustellen.

Einen merkwürdigen Contrast bieten die Verhältnisse des Bodeneises in den Steppen des nördlichsten Asiens dar. Trotz der früheſten Zeugnisse von Gmelin und Pallas war selbst die Existenz desselben in Zweifel gezogen worden. Ueber die Verbreitung und Dicke der Schicht des unterirdischen Eises hat man erst in der neueſten Zeit durch die trefflichen Untersuchungen von Erman, Baer und Middendorff richtige Ansichten gewonnen. Nach den Schilderungen von Grönland durch Cranz, von Spitzbergen durch Martens und Phipps, der Küsten des karischen Meeres von Sujew, wurde durch unvorsichtige Verallgemeinerung der ganze nördlichste Theil von Sibirien als vegetationsleer, an der Oberfläche stets gefroren, und mit ewigem Schnee selbst in der Ebene bedeckt beschrieben. Die äußerste Grenze hohen Baumwuchses ist im nördlichen Asien nicht, wie man lange annahm und wie Seewinde und die Nähe des Obischen Meerbusens es bei Obdorsk veranlassen, der Parallel von 67°; das Flußthal des großen Lena-Stromes hat hohe Bäume bis zur Breite von 71°. In der Einöde der Inseln von Neu-Sibirien finden große Heerden von Rennthieren und zahlloſe Lemminge noch hinlängliche

Nahrung.[44] Die zwei sibirischen Reisen von Middendorff, welchen Beobachtungsgeist, Kühnheit im Unternehmen und Ausdauer in mühseliger Arbeit auszeichnen, waren 1843 bis 1846 nördlich im Taymir-Lande bis zu 75° ¾ Breite und südöstlich bis an den Oberen Amur und das Ochotskische Meer gerichtet. Die erste so gefahrvoller Reisen hatte den gelehrten Naturforscher in eine bisher ganz unbesuchte Region geführt. Sie bot um so mehr Wichtigkeit dar, als diese Region gleich weit von der Ost- und Westküste des Alten Continents entfernt ist. Neben der Verbreitung der Organismen im höchsten Norden, als hauptsächlich von klimatischen Verhältnissen abhängig, war im Auftrage der Petersburger Akademie der Wissenschaften die genaue Bestimmung der Boden-Temperatur und der Dicke des unterirdischen Bodeneises ein Hauptzweck der Expedition. Es wurden Untersuchungen angestellt in Bohrlöchern und Gruben von 20 bis 57 Fuß Tiefe, an mehr denn 12 Punkten (bei Turuchansk, am Jenisei und an der Lena), in relativen Entfernungen von vier- bis fünfhundert geographischen Meilen.

Der wichtigste Gegenstand solcher geothermischen Beobachtungen blieb aber der Schergin-Schacht[45] zu Jakutsk (Br. 62° 2'). Hier war eine unterirdische Eisschicht durchbrochen worden in der Dicke von mehr als 358 Par. Fuß (382 engl. Fuß). Längs den Seitenwänden des Schachtes wurden Thermometer an 11 über einander liegenden Punkten zwischen der Oberfläche und dem Tiefsten des Schachtes, den man 1837 erreichte, eingesenkt. In einem Eimer (Kübel) stehend, Einen Arm beim Herablassen an einem Seil befestigt, mußte der Beobachter die Thermometer-Scalen ablesen. Die Reihe der Beobachtungen, deren mittleren Fehler man nur zu 0°,25 anschlägt,

umfaßte den Zeitraum vom April 1844 bis Juni 1846. Die Abnahme der Kälte war im einzelnen zwar nicht den Tiefen proportional; doch fand man folgende, im ganzen zunehmende Mittel-Temperaturen der über einander liegenden Eisschichten:

50	engl. F.	—6°,61 R.
100	„ „	—5,22
150	„ „	—4,64
200	„ „	—3,88
250	„ „	—3,34
382	„ „	—2,40

Nach einer sehr gründlichen Discussion aller Beobachtungen bestimmt Middendorff die allgemeine Temperatur-Zunahme [46] für 1 Grad Réaumur zu 100 bis 117 engl. Fußen, also zu 75 und 88 Pariser Fuß auf 1° des hunderttheiligen Thermometers. Dieses Resultat bezeugt eine schnellere Wärme-Zunahme im Schergin-Schachte, als mehrere sehr übereinstimmende Bohrlöcher im mittleren Europa gegeben haben (s. oben S. 37). Der Unterschied fällt zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{8}$. Die mittlere jährliche Temperatur von Jakutsk wurde zu —8°,13 R. (—10°,15 cent.) angenommen. Die Oscillation der Sommer- und Winter-Temperatur ist nach Newerow's funfzehnjährigen Beobachtungen (1829 bis 1844) von der Art, daß bisweilen im Juli und August 14 Tage hinter einander die Luftwärme bis 20° und 23°,4 R. (25° und 29°,3 cent.) steigt, wenn in 120 auf einander folgenden Wintertagen (November bis Februar) die Kälte zwischen 33° und 44°,8 (41°,2 und 55°,9 cent.) unter dem Gefrierpunkt schwankt. Nach Maaßgabe der bei Durchsenkung des Bodeneises gefundenen Temperatur-Zunahme ist die Tiefe unter der Erdoberfläche zu berechnen, in welcher die Eisschicht der Temperatur 0°, also der unteren Grenze des gefrorenen

Erdreichs, am nächſten iſt. Sie würde in dem Schergin-Schacht nach Middendorff's Angabe, welche mit der viel früheren Erman's ganz übereinſtimmt, erſt in 612 oder 642 Fuß Tiefe gefunden werden. Dagegen ſchiene nach der Temperatur-Zunahme, welche in den, freilich noch nicht 60 Fuß tiefen und kaum eine Meile von Irkutſk entfernten Mangan-, Schilow- und Dawydow-Gruben, in der hügeligen Kette des linken Lena-Ufers, beobachtet wurde, die Normal-Schicht von 0° ſchon in 300 Fuß, ja in noch geringerer Tiefe zu liegen.[47] Iſt dieſe Ungleichheit der Lage nur ſcheinbar, weil eine numeriſche Beſtimmung, auf ſo unbedeutende Schachttiefen gegründet, überaus unſicher iſt und die Temperatur-Zunahme nicht immer demſelben Geſetze gehorcht? Iſt es gewiß, daß, wenn man aus dem Tiefſten des Schergin-Schachtes eine horizontale (ſöhlige) Strecke viele hundert Lachter weit ins Feld triebe, man in jeder Richtung und Entfernung gefrornes Erdreich und dieſes gar mit einer Temperatur von 2½ Grad unter dem Nullpunkt finden würde?

Schrenk hat das Bodeneis in 67°½ Breite im Lande der Samojeden unterſucht. Um Puſtojenskoy Gorodok wird das Brunnengraben durch Anwendung des Feuers beſchleunigt. Mitten im Sommer fand man die Eisſchicht ſchon in 5 Fuß Tiefe. Man konnte ſie in der Dicke von 63 Fuß verfolgen, als plötzlich die Arbeit geſtört ward. Ueber den nahen Landſee von Uſtje konnte man 1813 den ganzen Sommer hindurch in Schlitten fahren.[48] Auf meiner ſibiriſchen Expedition mit Ehrenberg und Guſtav Roſe ließen wir bei Bogoſlowſk (Br. 59° 44′), an dem Wege nach den Turjin'ſchen Gruben[49], im Ural einen Schurf in einem torfigen Boden graben. In 5 Fuß Tiefe traf man ſchon auf Eisſtücke, die breccienartig

mit gefrorener Erde gemengt waren; dann begann dichtes Eis, das in 10 Fuß Tiefe noch nicht durchsenkt wurde.

Die geographische Erstreckung des Eisbodens: d. i. der Verlauf der Grenze, an der man im hohen Norden von der skandinavischen Halbinsel an bis gegen die östlichen Küsten Asiens im August und also das ganze Jahr hindurch in gewisser Tiefe Eis und gefrorenes Erdreich findet; ist nach Middendorff's scharfsinniger Verallgemeinerung des Beobachteten, wie alle geothermischen Verhältnisse, noch mehr von örtlichen Einflüssen abhängig als die Temperatur des Luftkreises. Der Einfluß der letzteren ist im ganzen gewiß der entscheidendste; aber die Isogeothermen sind, wie schon Kupffer bemerkt hat, in ihren converen und concaven Krümmungen nicht den klimatischen Isothermen, welche von den Temperatur-Mitteln der Atmosphäre bestimmt werden, parallel. Das Eindringen der aus der Atmosphäre tropfbar niedergeschlagenen Dämpfe, das Aufsteigen warmer Quellwasser aus der Tiefe, und die so verschiedene wärmeleitende Kraft des Bodens [50] scheinen besonders wirksam zu sein. „An der nördlichsten Spitze des europäischen Continents, in Finmarken, unter 70° und 71° Breite, ist noch kein zusammenhangender Eisboden vorhanden. Ostwärts in das Flußthal des Obi eintretend, 5 Grade südlicher als das Nordcap, findet man Eisboden in Obdorsk und Beresow. Gegen Ost und Südost nimmt die Kälte des Bodens zu: mit Ausnahme von Tobolsk am Irtisch, wo die Temperatur des Bodens kälter ist als bei dem 1° nördlicheren Witimsk im Lena-Thale. Turuchansk (65° 54′) am Jenisei liegt noch auf ungefrorenem Boden, aber ganz nahe der Grenze des Eisbodens. Amginsk, südöstlich von Jakutsk, hat einen eben so kalten Boden als das 5° nördlichere Obdorsk; eben so ist

Oleminſk am Jeniſei. Vom Obi bis zum Jeniſei ſcheint ſich die Curve des anfangenden Bodeneiſes wieder um ein paar Breitengrade nordwärts zu erheben: um dann, in ihrem ſüdlich gewandten Verlaufe, das Lena-Thal faſt 8° ſüdlicher als den Jeniſei zu durchſchneiden. Weiter hin in Oſten ſteigt die Linie wiederum in nördlicher Richtung an.“ [51] Kupffer, der die Gruben von Nertſchinſk beſucht hat, deutet darauf hin, daß, abgeſehen von der zuſammenhangenden nördlichen Geſammtmaſſe des Eisbodens, es in ſüdlicheren Gegenden auch ein inſelförmiges Auftreten des Phänomens giebt. Im allgemeinen iſt daſſelbe von den Vegetations-Grenzen und dem Vorkommen hohen Baumwuchſes vollkommen unabhängig.

Es iſt ein bedeutender Fortſchritt unſeres Wiſſens, nach und nach eine generelle, ächt kosmiſche Ueberſicht der Temperatur-Verhältniſſe der Erdrinde im nördlichen Theile des alten Continents zu erlangen; und zu erkennen, daß unter verſchiedenen Meridianen die Grenze des Bodeneiſes, wie die Grenzen der mittleren Jahres-Temperatur und des Baumwuchſes, in ſehr verſchiedenen Breiten liegt, wodurch perpetuirliche Wärme-Strömungen im Inneren der Erde erzeugt werden müſſen. Im nordweſtlichſten Theile von Amerika fand Franklin den Boden, Mitte Auguſt, ſchon in einer Tiefe von 16 Zoll gefroren. Richardſon ſah an einem öſtlicheren Punkte der Küſte, in 71° 12′ Breite, die Eisſchicht im Julius aufgethaut bis 3 Fuß unter der krautbedeckten Oberfläche. Mögen wiſſenſchaftliche Reiſende uns bald allgemeiner über die geothermiſchen Verhältniſſe in dieſem Erdtheile und in der ſüdlichen Hemiſphäre unterrichten! Einſicht in die Verkettung der Phänomene leitet am ſicherſten auf die Urſachen verwickelt ſcheinender Anomalien; auf das, was man voreilig Ungeſetzlichkeit nennt.

c. Magnetiſche Thätigkeit des Erdkörpers in ihren drei Kraftäußerungen: der Intenſität, der Neigung und der Abweichung. — Punkte (magnetiſche Pole genannt), in denen die Neigung 90° iſt. — Curve, auf der keine Neigung beobachtet wird. (Magnetiſcher Aequator.) — Vier Punkte der größten, aber unter ſich verſchiedenen Intenſität. — Curve der ſchwächſten Intenſität. — Außerordentliche Störungen der Declination (magnetiſche Gewitter). — Polarlicht.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos Bd. I. S. 184—208 und 427—442 Anm. 11—49; Bd. II. S. 372—376 und 515 Anm. 69—74; Bd. III. S. 399—401 und 419 Anm. 30.)

Die magnetiſche Conſtitution unſeres Planeten kann nur aus den vielfachen Manifeſtationen der Erdkraft, in ſo fern ſie meßbare Verhältniſſe im Raume und in der Zeit darbieten, geſchloſſen werden. Dieſe Manifeſtationen haben das Eigenthümliche, daß ſie ein ewig Veränderliches der Phänomene darbieten, und zwar in einem weit höheren Grade noch als Temperatur, Dampfmenge und electriſche Tenſion der unteren Schichten des Luftkreiſes. Ein ſolcher ewiger Wechſel in den mit einander verwandten magnetiſchen und electriſchen Zuſtänden der Materie unterſcheidet auch weſentlich die Phänomene des Electro-Magnetismus von denen, welche durch die primitive Grundkraft der Materie, ihrer Molecular- und Maſſen-Anziehung bei unveränderten Abſtänden bedingt werden. Ergründung des Geſetzlichen in dem Veränderlichen iſt aber das nächſte Ziel aller Unterſuchung einer Kraft in der Natur. Wenn auch durch die Arbeiten von Coulomb und Arago erwieſen iſt, daß in den verſchiedenartigſten Stoffen der electro-magnetiſche Proceß erweckt werden kann, ſo zeigt ſich in Faraday's glänzender Entdeckung des Diamagnetismus,

in den Unterschieden nord-südlicher und ost-westlicher Achsenstellung doch wieder der, aller Massen-Anziehung fremde Einfluß der Heterogeneität der Stoffe. Sauerstoffgas, in eine dünne Glasröhre eingeschlossen, richtet sich unter Einwirkung eines Magneten, paramagnetisch, wie Eisen, nord-südlich; Stickstoff-, Wasserstoff- und kohlensaures Gas bleiben unerregt; Phosphor, Leder und Holz richten sich, diamagnetisch, äquatorial von Osten nach Westen.

In dem griechischen und römischen Alterthume kannte man: Festhalten des Eisens am Magnetstein; Anziehung und Abstoßung; Fortpflanzung der anziehenden Wirkung durch eherne Gefäße wie auch durch Ringe[52], die einander kettenförmig tragen, so lange die Berührung eines Ringes am Magnetstein dauert; Nicht-Anziehen des Holzes oder anderer Metalle als Eisens. Von der polarischen Richtkraft, welche der Magnetismus einem beweglichen, für seinen Einfluß empfänglichen Körper mittheilen könne, wußten die westlichen Völker (Phönicier, Tusker, Griechen und Römer) nichts. Die Kenntniß dieser Richtkraft, welche einen so mächtigen Einfluß auf die Vervollkommnung und Ausdehnung der Schifffahrt ausgeübt, ja dieser materiellen Wichtigkeit wegen so anhaltend zu der Erforschung einer allverbreiteten und doch vorher wenig beachteten Naturkraft angereizt hat, finden wir bei jenen westlichen europäischen Völkern erst seit dem 11ten und 12ten Jahrhunderte. In der Geschichte und Aufzählung der Hauptmomente physischer Weltanschauung[53] hat das, was wir hier summarisch unter Einen Gesichtspunkt stellen, mit Angabe der einzelnen Quellen, in mehrere Abschnitte vertheilt werden müssen.

Bei den Chinesen sehen wir Anwendung der magnetischen Richtkraft, Benutzung der Süd- und Nord-Weisung

durch auf dem Waſſer ſchwimmende Magnetnadeln bis zu einer Epoche hinaufſteigen, welche vielleicht noch älter iſt als die doriſche Wanderung und die Rückkehr der Herakliden in den Peloponnes. Auffallend genug ſcheint es dazu, daß der Gebrauch der Süd-Weiſung der Nadel im öſtlichſten Aſien nicht in der Schifffahrt, ſondern bei Landreiſen angefangen hat. In dem Vordertheil der magnetiſchen Wagen bewegte eine frei ſchwimmende Nadel Arm und Hand einer kleinen Figur, welche nach dem Süden hinwies. Ein ſolcher Apparat, ſse-nan (Andeuter des Südens) genannt, wurde unter der Dynaſtie der Tſcheu 1100 Jahre vor unſerer Zeitrechnung Geſandten von Tunkin und Cochinchina geſchenkt, um ihre Rückkehr durch große Ebenen zu ſichern. Der Magnetwagen[54] bediente man ſich noch bis in das 15te Jahrhundert nach Chriſtus. Mehrere derſelben wurden im kaiſerlichen Pallaſte aufbewahrt und bei Erbauung buddhiſtiſcher Klöſter zur Orientirung der Hauptſeiten der Gebäude benutzt. Die häufige Anwendung eines magnetiſchen Apparats leitete allmälig die Scharfſinnigeren unter dem Volke auf phyſikaliſche Betrachtungen über die Natur der magnetiſchen Erſcheinungen. Der chineſiſche Lobredner der Magnetnadel, Kuopho (ein Schriftſteller aus dem Zeitalter Conſtantins des Großen), vergleicht, wie ich ſchon an einem anderen Orte angeführt, die Anziehungskraft des Magnets mit der des geriebenen Bernſteins. Es iſt nach ihm „wie ein Windeshauch, der beide geheimnißvoll durchweht und pfeilſchnell ſich mitzutheilen vermag.“ Der ſymboliſche Ausdruck Windeshauch erinnert an den gleich ſymboliſchen der Beſeelung, welche im griechiſchen Alterthume der Gründer der ioniſchen Schule, Thales, beiden attractoriſchen Subſtanzen zuſchrieb.[55] Seele heißt hier das innere Princip bewegender Thätigkeit.

Da die zu große Beweglichkeit der chineſiſchen ſchwimmenden Nadeln die Beobachtung und das Ableſen erſchwerte; ſo wurden ſie ſchon im Anfang des 12ten Jahrhunderts (nach Chr.) durch eine andere Vorrichtung erſetzt, in welcher die nun in der Luft frei ſchwingende Nadel an einem feinen baumwollenen oder ſeidenen Faden hing: ganz nach Art der suspension à la Coulomb, welcher ſich im weſtlichen Europa zuerſt Gilbert bediente. Mit einem ſolchen vervollkommneten Apparate[56] beſtimmten die Chineſen ebenfalls ſchon im Beginn des 12ten Jahrhunderts die Quantität der weſtlichen Abweichung, die in dem Theile Aſiens nur ſehr kleine und langſame Veränderungen zu erleiden ſcheint. Von dem Landgebrauche ging endlich der Compaß zur Benutzung auf dem Meere über. Unter der Dynaſtie der Tſin im 4ten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung beſuchen chineſiſche Schiffe, vom Compaß geleitet, indiſche Häfen und die Oſtküſte von Afrika.

Schon zwei Jahrhunderte früher, unter der Regierung des Marcus Aurelius Antoninus (An-tun bei den Schriftſtellern der Dynaſtie der Han genannt), waren römiſche Legaten zu Waſſer über Tunkin nach China gekommen. Aber nicht durch eine ſo vorübergehende Verbindung, ſondern erſt als ſich der Gebrauch der Magnetnadel in dem ganzen indiſchen Meere an den perſiſchen und arabiſchen Küſten allgemein verbreitet hatte, wurde derſelbe im zwölften Jahrhundert (ſei es unmittelbar durch den Einfluß der Araber, ſei es durch die Kreuzfahrer, die ſeit 1096 mit Aegypten und dem eigentlichen Orient in Berührung kamen) in das europäiſche Seeweſen übertragen. Bei hiſtoriſchen Unterſuchungen der Art iſt mit Gewißheit nur die Epoche feſtzuſetzen, welche man als die ſpäteſte Grenzzahl betrachten kann. In dem politiſch-ſatiriſchen Gedichte

des Guyot von Provins wird (1199) von dem Seecompaß als von einem in der Chriſtenwelt längſt bekannten Werkzeuge geſprochen; eben dies iſt der Fall in der Beſchreibung von Paläſtina, die wir dem Biſchof von Ptolemais, Jacob von Vitry, verdanken und deren Vollendung zwiſchen 1204 und 1215 fällt. Von der Magnetnadel geleitet, ſchifften die Catalanen nach den nord-ſchottiſchen Inſeln wie an die Weſtküſte des tropiſchen Afrika, die Basken auf den Wallfiſchfang, die Normannen nach den Azoren, den Bracir-Inſeln des Picigano. Die ſpaniſchen Leyes de las Partidas (del sabio Rey Don Alonso el nono), aus der erſten Hälfte des dreizehnten Jahrhunderts, rühmen die Nadel als „treue Vermittlerinn (medianera) zwiſchen dem Magnetſteine (la piedra) und dem Nordſtern". Auch Gilbert, in ſeinem berühmten Werke: de Magnete Physiologia nova, ſpricht vom Seecompaß als einer chineſiſchen Erfindung, ſetzt aber unvorſichtig hinzu: daß ſie Marco Polo, qui apud Chinas artem pyxidis didicit, zuerſt nach Italien brachte. Da Marco Polo ſeine Reiſen erſt 1271 begann und 1295 zurückkehrte, ſo beweiſen die Zeugniſſe von Guyot de Provins und Jaques de Vitry, daß wenigſtens ſchon 60 bis 70 Jahre vor der Abreiſe des Marco Polo nach dem Compaß in europäiſchen Meeren geſchifft wurde. Die Benennungen zohron und aphron, die Vincenz von Beauvais in ſeinem Naturſpiegel dem ſüdlichen und nördlichen Ende der Magnetnadel (1254) gab, deuten auch auf eine Vermittelung arabiſcher Piloten, durch welche die Europäer die chineſiſche Bouſſole erhielten. Sie deuten auf daſſelbe gelehrte und betriebſame Volk der aſiatiſchen Halbinſel, deſſen Sprache auf unſren Sternkarten nur zu oft verſtümmelt erſcheint.

Nach dem, was ich hier in Erinnerung gebracht, kann

es wohl keinem Zweifel unterworfen ſein, daß die allgemeine Anwendung der Magnetnadel auf der oceaniſchen Schifffahrt der Europäer ſeit dem zwölften Jahrhundert (und wohl noch früher in eingeſchränkterem Maaße) von dem Becken des Mittelmeeres ausgegangen iſt. Den weſentlichſten Antheil daran haben die mauriſchen Piloten, die Genueſer, Venetianer, Mayorcaner und Catalanen gehabt. Die letzten waren unter Anführung ihres berühmten Seemannes Don Jaime Ferrer 1346 bis an den Ausfluß des Rio de Ouro (N. Br. 23° 40′) an der Weſtküſte von Afrika gelangt; und, nach dem Zeugniß von Raymundus Lullus (in ſeinem nautiſchen Werke Fenix de las maravillas del orbe 1286), bedienten ſich ſchon lange vor Jaime Ferrer die Barceloneſer der Seekarten, Aſtrolabien und Seecompaſſe.

Von der Quantität der, gleichzeitig durch Uebertragung aus China, den indiſchen, malayiſchen und arabiſchen Seefahrern bekannten magnetiſchen Abweichung (Variation nannte man das Phänomen früh, ohne allen Beiſatz) hatte ſich die Kunde natürlich ebenfalls über das Becken des Mittelmeers verbreitet. Dieſes, zur Correction der Schiffsrechnung ſo unentbehrliche Element wurde damals weniger durch Sonnen-Auf- und Untergang als durch den Polarſtern, und in beiden Fällen ſehr unſicher, beſtimmt; doch auch bereits auf Seekarten getragen: z. B. auf die ſeltene Karte von Andrea Bianco, die im Jahr 1436 entworfen iſt. Columbus, der eben ſo wenig als Sebaſtian Cabot zuerſt die magnetiſche Abweichung erkannte, hatte das große Verdienſt, am 13 Sept. 1492 die Lage einer Linie ohne Abweichung 2½ Grad öſtlich von der azoriſchen Inſel Corvo aſtronomiſch zu beſtimmen. Er ſah, indem er in dem weſtlichen Theile des atlantiſchen Oceans vordrang, die Variation allmälig von Nordoſt in Nordweſt übergehen.

Dieſe Bemerkung leitete ihn ſchon auf den Gedanken, der in ſpäteren Jahrhunderten ſo viel die Seefahrer beſchäftigt hat: durch die Lage der Variations-Curven, welche er noch dem Meridian parallel wähnte, die Länge zu finden. Man erfährt aus ſeinen Schiffsjournalen, daß er auf der zweiten Reiſe (1496), ſeiner Lage ungewiß, ſich wirklich durch Declinations-Beobachtungen zu orientiren ſuchte. Die Einſicht in die Möglichkeit einer ſolchen Methode war gewiß auch „das untrügliche Geheimniß der See-Länge, welches durch beſondere göttliche Offenbarung zu beſitzen" Sebaſtian Cabot auf ſeinem Sterbebette ſich rühmte.

An die atlantiſche Curve ohne Declination knüpften ſich in der leicht erregbaren Phantaſie des Columbus noch andere, etwas träumeriſche Anſichten über Veränderung der Klimate, anomale Geſtaltung der Erdkugel und außerordentliche Bewegungen himmliſcher Körper: ſo daß er darin Motive fand eine phyſikaliſche Grenzlinie zu einer politiſchen vorzuſchlagen. Die raya, auf der die agujas de marear direct nach dem Polarſtern hinweiſen, wurde ſo die Demarcationslinie für die Kronen von Portugal und Caſtilien; und bei der Wichtigkeit, die geographiſche Länge einer ſolchen Grenze in beiden Hemiſphären über die ganze Erdoberfläche aſtronomiſch genau zu beſtimmen, ward ein Decret päpſtlichen Uebermuths, ohne es bezweckt zu haben, wohlthätig und folgereich für die Erweiterung der aſtronomiſchen Nautik und die Vervollkommnung magnetiſcher Inſtrumente. (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. III. p. 54.) Felipe Guillen aus Sevilla (1525) und wahrſcheinlich früher der Cosmograph Alonſo de Santa Cruz, Lehrer der Mathematik des jugendlichen Kaiſers Carls V, conſtruirten neue Variations-Compaſſe,

mit denen Sonnenhöhen genommen werden konnten. Der Cosmograph zeichnete 1530, alſo anderthalb Jahrhunderte vor Halley, freilich auf ſehr unvollſtändige Materialien gegründet, die erſte allgemeine Variations-Karte. Wie lebhaft im 16ten Jahrhundert ſeit dem Tode des Columbus und dem Streit über die Demarcationslinie die Thätigkeit in Ergründung des telluriſchen Magnetismus erwachte, beweiſt die Seereiſe des Juan Jayme, welcher 1585 mit Franciſco Gali von den Philippinen nach Acapulco ſchiffte, bloß um ein von ihm erfundenes Declinations-Inſtrument auf dem langen Wege durch die Südſee zu prüfen.

Bei dem ſich verbreitenden Hange zum Beobachten mußte auch der dieſen immer begleitende, ja ihm öfter noch voreilende Hang zu theoretiſchen Speculationen ſich offenbaren. Viele alte Schifferſagen der Inder und Araber reden von Felsinſeln, welche den Seefahrern Unheil bringen, weil ſie durch ihre magnetiſche Naturkraft alles Eiſen, das in den Schiffen das Holzgerippe verbindet, an ſich ziehen oder gar das ganze Schiff unbeweglich feſſeln. Unter Einwirkung ſolcher Phantaſien knüpfte ſich früh an den Begriff eines polaren Zuſammentreffens magnetiſcher Abweichungslinien das materielle Bild eines dem Erdpole nahen hohen Magnetberges. Auf der merkwürdigen Karte des Neuen Continents, welche der römiſchen Ausgabe der Geographie des Ptolemäus vom Jahre 1508 beigefügt iſt, findet ſich nördlich von Grönland (Gruentlant), welches als dem öſtlichen Theil von Aſien zugehörig dargeſtellt wird, der nördliche Magnetpol als ein Inſelberg abgebildet. Seine Lage wird allmälig ſüdlicher in dem Breve Compendio de la Sphera von Martin Cortez 1545 wie in der Geographia di Tolomeo des Livio Sanuto 1588.

An Erreichung dieſes Punktes, den man el calamitico nannte, waren große Erwartungen geknüpft, da man aus einem, erſt ſpät verſchwundenen Vorurtheil dort am Magnetpole alcun miraculoso stupendo effetto zu erleben gedachte.

Bis gegen das Ende des ſechzehnten Jahrhunderts war man bloß mit dem Phänomen der Abweichung, welche auf die Schiffsrechnung und die nautiſche Ortsbeſtimmung den unmittelbarſten Einfluß ausübt, beſchäftigt. Statt der einen von Columbus 1492 aufgefundenen Linie ohne Abweichung glaubte der gelehrte Jeſuit Acoſta, durch portugieſiſche Piloten (1589) belehrt, in ſeiner trefflichen Historia natural de las Indias vier Linien ohne Abweichung aufführen zu können. Da die Schiffsrechnung neben der Genauigkeit der Richtung (des durch den corrigirten Compaß gemeſſenen Winkels) auch die Länge des durchlaufenen Weges erheiſcht; ſo bezeichnet die Einführung des Logs, ſo unvollkommen auch dieſe Art der Meſſung ſelbſt noch heute iſt, doch eine wichtige Epoche in der Geſchichte der Nautik. Ich glaube gegen die bisher herrſchende Meinung erwieſen zu haben, daß das erſte ſichere Zeugniß [57] der Anwendung des Logs (la cadena de la popa, la corredera) in den Schiffsjournalen der Magellaniſchen Reiſe von Antonio Pigafetta zu finden iſt. Es bezieht ſich auf den Monat Januar 1521. Columbus, Juan de la Coſa, Sebaſtian Cabot und Vasco de Gama haben das Log und deſſen Anwendung nicht gekannt. Sie ſchätzten nach dem Augenmaaße die Geſchwindigkeit des Schiffes, und fanden die Länge des Weges durch das Ablaufen des Sandes in den ampolletas. Neben dem alleinigen und ſo früh benutzten Elemente der Magnetkraft, der horizontalen Abweichung vom Nordpole, wurde endlich (1576) auch das zweite Element, die Neigung,

gemeſſen. Robert Normann hat zuerſt an einem ſelbſterfundenen Inclinatorium die Neigung der Magnetnadel in London mit nicht geringer Genauigkeit beſtimmt. Es vergingen noch zweihundert Jahre, ehe man das dritte Element, die Intenſität der magnetiſchen Erdkraft, zu meſſen verſuchte.

Ein von Galilei bewunderter Mann, deſſen Verdienſt Baco gänzlich verkannte, William Gilbert, hatte an dem Ende des ſechzehnten Jahrhunderts eine erſte großartige Anſicht[58] von der magnetiſchen Erdkraft aufgeſtellt. Er unterſchied zuerſt deutlich in ihren Wirkungen Magnetismus von Electricität, hielt aber beide für Emanationen der einigen, aller Materie als ſolcher inwohnenden Grundkraft. Er hat, wie es der Genius vermag, nach ſchwachen Analogien vieles glücklich geahndet; ja nach den klaren Begriffen, die er ſich von dem telluriſchen Magnetismus (de magno magnete tellure) machte, ſchrieb er ſchon die Entſtehung der Pole in den ſenkrechten Eiſenſtangen am Kreuz alter Kirchthürme der Mittheilung der Erdkraft zu. Er lehrte in Europa zuerſt durch Streichen mit dem Magnetſteine Eiſen magnetiſch machen, was freilich die Chineſen faſt 500 Jahre früher wußten[59]. Dem Stahle gab ſchon damals Gilbert den Vorzug vor dem weichen Eiſen, weil jener die mitgetheilte Kraft dauerhafter ſich aneigne und für längere Zeit ein Träger des Magnetismus werden könne.

In dem Laufe des 17ten Jahrhunderts vermehrte die, durch vervollkommnete Beſtimmung der Wegrichtung und Weglänge ſo weit ausgedehnte Schifffahrt der Niederländer, Briten, Spanier und Franzoſen die Kenntniß der Abweichungslinien, welche, wie eben bemerkt, der Pater Acoſta in ein Syſtem zu bringen verſucht hatte[60]. Cornelius Schouten bezeichnete 1616 mitten in der Südſee, ſüdöſtlich

von den Marquesas-Inseln, Punkte, in denen die Variation null ist. Noch jetzt liegt in dieser Region das sonderbare geschlossene isogonische System, in welchem jede Gruppe der inneren concentrischen Curven eine geringere Abweichung zeigt.[61] Der Eifer, Längen-Methoden nicht bloß durch die Variation, sondern auch durch die Inclination zu finden (solchen Gebrauch der Inclination[62] bei bedecktem, sternenleerem Himmel, aëre caliginoso, nannte Wright „vieles Goldes werth"), leitete auf Vervielfältigung der Construction magnetischer Apparate und belebte zugleich die Thätigkeit der Beobachter. Der Jesuit Cabeus aus Ferrara, Ridley, Lieutaud (1668) und Henry Bond (1676) zeichneten sich auf diesem Wege aus. Der Streit zwischen dem Letztgenannten und Beckborrow hat vielleicht, sammt Acosta's Ansicht von vier Linien ohne Abweichung, welche die ganze Erdoberfläche theilen sollen, auf Halley's, schon 1683 entworfene Theorie von vier magnetischen Polen oder Convergenzpunkten Einfluß gehabt.

Halley bezeichnet eine wichtige Epoche in der Geschichte des tellurischen Magnetismus. In jeder Hemisphäre nahm er einen stärkeren und einen schwächeren magnetischen Pol an, also vier Punkte mit 90° Inclination der Nadel: gerade wie man jetzt unter den vier Punkten der größten Intensität in jeder Hemisphäre eine analoge Ungleichheit in dem erreichten Maximum der Intensität, d. h. der Geschwindigkeit der Schwingungen der Nadel in der Richtung des magnetischen Meridians, findet. Der stärkste aller vier Halley'scher Pole sollte in 70° südlicher Breite, 120° östlich von Greenwich, also fast im Meridian von König Georgs Sund in Neu-Holland (Ruyt's Land), gelegen sein.[63] Halley's

drei Seereiſen in den Jahren 1698, 1699 und 1702 folgten auf den Entwurf einer Theorie, die ſich nur auf ſeine ſieben Jahr frühere Reiſe nach St. Helena, wie auf unvollkommene Variations-Beobachtungen von Baffin, Hudſon und Cornelius van Schouten gründen konnte. Es waren die erſten Expeditionen, welche eine Regierung zu einem großen wiſſenſchaftlichen Zwecke, zur Ergründung eines Elements der Erdkraft, unternehmen ließ, von dem die Sicherheit der Schiffsführung vorzugsweiſe abhängig iſt. Da Halley bis zum 52ſten Grade jenſeits des Aequators vordrang, ſo konnte er die erſte umfangreiche Variations-Karte conſtruiren. Sie gewährt für die theoretiſchen Arbeiten des 19ten Jahrhunderts die Möglichkeit einen, der Zeit nach freilich nicht ſehr fernen Vergleichungspunkt für die fortſchreitende Bewegung der Abweichungs-Curven darzubieten.

Es iſt ein glückliches Unternehmen Halley's geweſen, die Punkte gleicher Abweichung durch Linien [64] mit einander graphiſch verbunden zu haben. Dadurch iſt zuerſt Ueberſicht und Klarheit in die Einſicht von dem Zuſammenhange der aufgehäuften Reſultate gebracht worden. Meine, von den Phyſikern früh begünſtigten Iſothermen, d. h. Linien gleicher Wärme (mittlerer Jahres-, Sommer- und Winter-Temperatur), ſind ganz nach Analogie von Halley's iſogoniſchen Curven geformt. Sie haben den Zweck, beſonders nach der Ausdehnung und großen Vervollkommnung, welche Dove denſelben gegeben, Klarheit über die Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper, und die hauptſächliche Abhängigkeit dieſer Vertheilung von der Geſtaltung des Feſten und Flüſſigen, von der gegenſeitigen Lage der Continental-Maſſen und der Meere zu verbreiten. Halley's rein wiſſenſchaftliche Expeditionen ſtehen um ſo iſolirter da,

als ſie nicht, wie ſo viele folgende Expeditionen, auf Koſten des Staats unternommene, geographiſche Entdeckungsreiſen waren. Sie haben dazu, neben den Ergebniſſen über den telluriſchen Magnetismus, auch als Frucht des früheren Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, einen wichtigen Catalog ſüdlicher Sterne geliefert: ja den erſten, welcher überhaupt unternommen worden iſt, ſeitdem nach Morin's und Gascoigne's Vorgange Fernröhre mit meſſenden Inſtrumenten verbunden wurden. [65]

So wie das 17te Jahrhundert ſich durch Fortſchritte auszeichnete in der gründlicheren Kenntniß der Lage der Abweichungslinien, und den erſten theoretiſchen Verſuch ihre Convergenzpunkte als Magnetpole zu beſtimmen; ſo lieferte das 18te Jahrhundert die Entdeckung der ſtündlichen periodiſchen Veränderung der Abweichung. Graham in London hat das unbeſtrittene Verdienſt (1722) dieſe ſtündlichen Variationen zuerſt genau und ausdauernd beobachtet zu haben. In ſchriftlichem Verkehr mit ihm erweiterten [66] Celſius und Hiörter in Upſala die Kenntniß dieſer Erſcheinung. Erſt Brugmans und, mit mehr mathematiſchem Sinne begabt, Coulomb (1784—1788) drangen tief in das Weſen des telluriſchen Magnetismus ein. Ihre ſcharfſinnigen phyſikaliſchen Verſuche umfaßten die magnetiſche Anziehung aller Materie, die räumliche Vertheilung der Kraft in einem Magnetſtabe von gegebener Form, und das Geſetz der Wirkung in der Ferne. Um genaue Reſultate zu erlangen, wurden bald Schwingungen einer an einem Faden aufgehängten horizontalen Nadel, bald Ablenkung durch die Drehwage, balance de torsion, angewandt.

Die Einſicht in die Intenſitäts-Verſchiedenheit der magnetiſchen Erdkraft an verſchiedenen Punkten der

Erde, durch die Schwingungen einer ſenkrechten Nadel im magnetiſchen Meridian gemeſſen, verdankt die Wiſſenſchaft allein dem Scharfſinn des Chevalier Borda: nicht durch eigene geglückte Verſuche, ſondern durch Gedankenverbindung und beharrlichen Einfluß auf Reiſende, die ſich zu fernen Expeditionen rüſteten. Seine lang gehegten Vermuthungen wurden zuerſt durch Lamanon, den Begleiter von La Pérouſe, mittelſt Beobachtungen aus den Jahren 1785 bis 1787 beſtätigt. Es blieben dieſelben, obgleich ſchon ſeit dem Sommer des letztgenannten Jahres in ihrem Reſultate dem Secretär der Académie des Sciences, Condorcet, bekannt, unbeachtet und unveröffentlicht. Die erſte und darum freilich unvollſtändige Erkennung des wichtigen Geſetzes der mit der magnetiſchen Breite veränderlichen Intenſität gehört [67] unbeſtritten der unglücklichen, wiſſenſchaftlich ſo wohl ausgerüſteten Expedition von La Pérouſe; aber das Geſetz ſelbſt hat, wie ich glaube mir ſchmeicheln zu dürfen, erſt in der Wiſſenſchaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804 im ſüdlichen Frankreich, in Spanien, auf den canariſchen Inſeln, in dem Inneren des tropiſchen Amerika's (nördlich und ſüdlich vom Aequator), in dem atlantiſchen Ocean und der Südſee. Die gelehrten Reiſen von Le Gentil, Feuillée und Lacaille; der erſte Verſuch einer Neigungs-Karte von Wilke (1768); die denkwürdigen Weltumſeglungen von Bougainville, Cook und Vancouver haben, wenn gleich mit Inſtrumenten von ſehr ungleicher Genauigkeit, das vorher ſehr vernachläſſigte und zur Begründung der Theorie des Erd-Magnetismus ſo wichtige Element der Inclination an vielen Punkten, freilich ſehr ungleichzeitig, und mehr an den Küſten oder auf dem Meere als im Inneren der Continente, ergründet. Gegen das

Ende des 18ten Jahrhunderts wurde durch die, mit vollkommneren Instrumenten angestellten stationären Declinations-Beobachtungen von Cassini, Gilpin und Beaufoy (1784 bis 1790), ein periodischer Einfluß der Stunden wie der Jahreszeiten bestimmter erwiesen, und so die Thätigkeit in magnetischen Untersuchungen allgemeiner belebt.

Diese Belebung nahm in dem neunzehnten Jahrhundert, von welchem nur erst eine Hälfte verflossen ist, einen, von allem unterschiedenen, eigenthümlichen Charakter an. Es besteht derselbe in einem fast gleichzeitigen Fortschreiten in sämmtlichen Theilen der Lehre vom tellurischen Magnetismus: umfassend die numerische Bestimmung der Intensität der Kraft, der Inclination und der Abweichung; in physikalischen Entdeckungen über die Erregung und das Maaß der Vertheilung des Magnetismus; in der ersten und glänzenden Entwerfung einer Theorie des tellurischen Magnetismus von Friedrich Gauß, auf strenge mathematische Gedankenverbindung gegründet. Die Mittel, welche zu diesen Ergebnissen führten, waren: Vervollkommnung der Instrumente und der Methoden; wissenschaftliche Expeditionen zur See, in Zahl und Größe, wie sie kein anderes Jahrhundert gesehen: sorgfältig ausgerüstet auf Kosten der Regierungen, begünstigt durch glückliche Auswahl der Führer und der sie begleitenden Beobachter; einige Landreisen, welche, tief in das Innere der Continente eingedrungen, die Phänomene des tellurischen Magnetismus aufklären konnten; eine große Zahl fixer Stationen, theilweise in beiden Hemisphären, nach correspondirenden Orts-Breiten und oft in fast antipodischen Längen gegründet. Diese magnetischen und zugleich meteorologischen Observatorien bilden gleichsam ein Netz über die Erdfläche. Durch scharfsinnige Combination der auf Staatskosten in Rußland und England veröffentlichten

Beobachtungen ſind wichtige und unerwartete Reſultate geliefert worden. Die Geſetzlichkeit der Kraftäußerung, — der nächſte, nicht der letzte Zweck aller Forſchungen —, iſt bereits in vielen einzelnen Phaſen der Erſcheinung befriedigend ergründet worden. Was auf dem Wege des phyſikaliſchen Experimentirens von den Beziehungen des Erd-Magnetismus zur bewegten Electricität, zur ſtrahlenden Wärme und zum Lichte; was von den, ſpät erſt verallgemeinerten Erſcheinungen des Diamagnetismus und von der ſpecifiſchen Eigenſchaft des atmoſphäriſchen Sauerſtoffs, Polarität anzunehmen, entdeckt wurde: eröffnet wenigſtens die frohe Ausſicht, der Natur der Magnetkraft ſelbſt näher zu treten.

Um das Lob zu rechtfertigen, das wir im allgemeinen über die magnetiſchen Arbeiten der erſten Hälfte unſeres Jahrhunderts ausgeſprochen, nenne ich hier aphoriſtiſch, wie es das Weſen und die Form dieſer Schrift mit ſich bringen, die Hauptmomente der einzelnen Beſtrebungen. Es haben dieſelben einander wechſelſeitig hervorgerufen: daher ich ſie bald chronologiſch an einander reihe, bald gruppenweiſe vereinige.[68]

1803—1806 Kruſenſtern's Reiſe um die Welt (1812); der magnetiſche und aſtronomiſche Theil iſt von Horner (Bd. III. S. 317).

1804 Erforſchung des Geſetzes der von dem magnetiſchen Aequator gegen Norden und Süden hin zunehmenden Intenſität der telluriſchen Magnetkraft, gegründet auf Beobachtungen von 1799 bis 1804. (Humboldt Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent T. III. p. 615—623; Lametherie Journal de Physique T. LXIX. 1804 p. 433, mit dem erſten Entwurf einer Intenſitäts-Karte; Kosmos Bd. I. S. 432 Anm. 29.) Spätere Beobachtungen haben gezeigt, daß das Minimum der Intenſität nicht dem magnetiſchen Aequator entſpricht, und daß die Vermehrung der Intenſität ſich in beiden Hemiſphären nicht bis zum Magnetpol erſtreckt.

1805—1806 Gay-Luſſac und Humboldt Intenſitäts-Beobachtungen im ſüdlichen Frankreich, in Italien, der Schweiz und Deutſchland. Mémoires de la Société d'Arcueil T. I. p. 1—22 Vergl. die Beobachtungen von Quetelet 1830 und 1839 mit einer Carte de l'intensité magnétique horizontale entre Paris et Naples in den Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XIV.; die Beobachtungen von Forbes in Deutſchland, Flandern und Italien 1832 und 1837 (Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XV. p. 27); die überaus genauen Beobachtungen von Rudberg in Frankreich, Deutſchland und Schweden 1832; die Beobachtungen von Dr. Bache (Director of the Coast-Survey of the United States) 1837 und 1840 in 21 Stationen, zugleich für Inclination und Intenſität.

1806—1807 Eine lange Reihe von Beobachtungen, zu Berlin über die ſtündlichen Variationen der Abweichung und über die Wiederkehr magnetiſcher Ungewitter (Perturbationen) von Humboldt und Oltmanns angeſtellt: hauptſächlich in den Solſtitien und Aequinoctien; 5 bis 6, ja bisweilen 9 Tage und eben ſo viele Nächte hinter einander; mittelſt eines Prony'ſchen magnetiſchen Fernrohrs, das Bogen von 7 bis 8 Secunden unterſcheiden ließ.

1812 Morichini zu Rom behauptet, daß unmagnetiſche Stahlnadeln durch Contact des (violetten) Lichts magnetiſch werden. Ueber den langen Streit, den dieſe Behauptung und die ſcharfſinnigen Verſuche von Mary Somerville bis zu den ganz negativen Reſultaten von Rieß und Moſer erregt haben, ſ. Sir David Brewſter Treatise of Magnetism 1837 p. 48.

1815—1818
1823—1826 Die zwei Weltumſeglungen von Otto von Kotzebue: die erſte auf dem Rurik; die zweite, um fünf Jahre ſpätere, auf dem Predprijatie.

1817—1848 Die Reihe großer wiſſenſchaftlicher, für die Kenntniß des telluriſchen Magnetismus ſo erfolgreicher Expeditionen zur See auf Veranſtaltung der franzöſiſchen Regierung, anhebend mit Freycinet auf der Corvette Uranie 1817—1820, dem folgten: Duperrey auf der Fregatte La Coquille 1822—1825; Bougainville auf der Fregatte Thetis 1824—1826; Dumont d'Urville auf dem Aſtrolabe 1826—1829, und nach dem Südpol auf der Zélée 1837—1840; Jules de Bloſſeville in Indien 1828 (Herbert Asiat. Researches Vol. XVIII. p. 4, Humboldt Asie

centr. T. III. p. 468) und in Island 1833 (Lottin Voy. de la Recherche 1836 p. 376—409); du Petit Thouars (mit Teſſan) auf der Venus 1837—1839; Le Vaillant auf der Bonite 1836—1837; die Reiſe der Commission scientifique du Nord (Lottin, Bravais, Martins, Siljeſtröm) nach Scandinavien, Lapland, den Färöern und Spitzbergen auf der Corvette la Recherche 1835—1840; Bérard nach dem mexicaniſchen Meerbuſen und Nordamerika 1838, nach dem Cap der guten Hoffnung und St. Helena 1842 und 1846 (Sabine in den Phil. Transact. for 1849 P. II. p. 175); Francis de Caſtelnau Voy. dans les parties centrales de l'Amérique du sud 1847—1850.

1818—1851 Die Reihe wichtiger und kühner Expeditionen in den arctiſchen Polarmeeren auf Veranſtaltung der britiſchen Regierung, zuerſt angeregt durch den lobenswerthen Eifer von John Barrow; Eduard Sabine's magnetiſche und aſtronomiſche Beobachtungen auf der Reiſe von John Roß, nach der Davis-Straße, Baffinsbai und dem Lancaſter-Sund 1818, wie auf der Reiſe mit Parry (auf Hecla und Griper) durch die Barrow-Straße nach Melville's Inſel 1819—1820; John Franklin, Dr. Richardſon und Back 1819—1822; dieſelben 1825—1827; Back allein 1833—1835 (Nahrung, faſt die einzige, Wochen lang, eine Flechte, Gyrophora pustulata, Tripe de Roche der Canadian hunters; chemiſch unterſucht von John Stenhouſe in den Phil. Transact. for 1849 P. II. p. 393); Parry's zweite Expedition, mit Lyon auf Fury und Hecla 1821—1823; Parry's dritte Reiſe, mit James Clark Roß 1824—1825; Parry's vierte Reiſe, ein Verſuch mit Lieut. Foſter und Crozier nördlich von Spitzbergen auf dem Eiſe vorzudringen, 1827: man gelangte bis Br. 82° 45′; John Roß ſammt ſeinem gelehrten Neffen James Clark Roß, in der durch ihre Länge um ſo gefahrvolleren zweiten Reiſe, auf Koſten von Felix Booth 1829—1833; Deaſe und Simpſon (von der Hudſonsbai-Compagnie) 1838—1839; neuerlichſt, zur Aufſuchung von Sir John Franklin, die Reiſen von Cap. Ommanney, Auſtin, Penny, Sir John Roß und Phillips 1850 und 1851. Die Expedition von Cap. Penny iſt im Victoria-Channel, in welchen Wellington's Channel mündet, am weiteſten nördlich (Br. 77° 6′) gelangt.

1819—1821 Bellinghauſen Reiſe in das ſüdliche Eismeer.

1819 Das Erſcheinen des großen Werkes von Hanſteen über

den Magnetismus der Erde, das aber ſchon 1813 vollendet war. Es hat einen nicht zu verkennenden Einfluß auf die Belebung und beſſere Richtung der geo-magnetiſchen Studien ausgeübt. Dieſer trefflichen Arbeit folgten Hanſteen's allgemeine Karten der Curven gleicher Inclination und gleicher Intenſität für einen beträchtlichen Theil der Erdoberfläche.

1819 Beobachtungen des Admirals Rouſſin und Givry's an der braſilianiſchen Küſte zwiſchen den Mündungen des Marañon und Plata-Stromes.

1819—1820 Oerſted macht die große Entdeckung der Thatſache, daß ein Leiter, der von einem electriſchen, in ſich ſelbſt wiederkehrenden Strome durchdrungen wird, während der ganzen Dauer des Stromes eine beſtimmte Einwirkung auf die Richtung der Magnetnadel nach Maaßgabe ihrer relativen Lage ausübt. Die früheſte Erweiterung dieſer Entdeckung (mit denen der Darſtellung von Metallen aus den Alkalien und der zwiefachen Art von Polariſation [69] des Lichtes wohl der glanzendſten des Jahrhunderts) war Arago's Beobachtung, daß ein electriſch durchſtrömter Schließungsdrath, auch wenn er von Kupfer oder Platin iſt, Eiſenfeile anzieht und dieſelben wie ein Magnet feſthält; auch daß Nadeln, in das Innere eines ſchraubenförmig gewundenen galvaniſchen Leitungsdrathes gelegt, abwechſelnd heterogene Magnetpole erhalten, je nachdem den Windungen eine entgegengeſetzte Richtung gegeben wird (Annales de Chimie et de Physique T. XV. p. 93). Dem Auffinden dieſer, unter mannigfaltigen Abänderungen hervorgerufenen Erſcheinungen folgten Ampère's geiſtreiche theoretiſche Combinationen über die electro-magnetiſchen Wechſelwirkungen der Molecülen ponderabler Körper. Dieſe Combinationen wurden durch eine Reihe neuer und ſcharfſinniger Apparate unterſtützt, und führten zur Kenntniß von Geſetzen in vielen bis dahin oft widerſprechend ſcheinenden Phänomenen des Magnetismus.

1820—1824 Ferdinand von Wrangel und Anjou Reiſe nach den Nordküſten von Sibirien und auf dem Eismeere. (Wichtige Erſcheinungen des Polarlichts ſ. Th. II. S. 259.)

1820 Scoresby Account of the arctic regions (Intenſitäts-Verſuche Vol. II. p. 537—554).

1821 Seebeck's Entdeckung des Thermo-Magnetismus und der Thermo-Electricität. Berührung zweier ungleich

erwärmter Metalle (zuerſt Wismuth und Kupfer) oder Temperatur-Differenzen in den einzelnen Theilen eines gleichartigen metalliſchen Ringes werden als Quellen der Erregung magneto-electriſcher Strömungen erkannt.

1821—1823 Weddell Reiſe in das ſüdliche Polarmeer, bis Br. 74° 15′ S.

1822—1823 Sabine's zwei wichtige Expeditionen zur genauen Beſtimmung der magnetiſchen Intenſität und der Länge des Pendels unter verſchiedenen Breiten (Oſtküſte von Afrika bis zum Aequator, Braſilien, Havana, Grönland bis Br. 74° 23′, Norwegen und Spitzbergen unter Br. 79° 50′). Es erſchien über dieſe vielumfaſſende Arbeit erſt 1824: Account of Experiments to determine the Figure of the Earth p. 460—509.

1824 Erikſon magnetiſche Beobachtungen längs den Ufern der Oſtſee.

1825 Arago entdeckt den Rotations-Magnetismus. Die erſte Veranlaſſung zu dieſer unerwarteten Entdeckung gab ihm, am Abhange des Greenwicher Hügels, ſeine Wahrnehmung der abnehmenden Oſcillations-Dauer einer Inclinations-Nadel durch Einwirkung naher unmagnetiſcher Stoffe. In Arago's Rotations-Verſuchen wirken auf die Schwingungen der Nadel Waſſer, Eis, Glas, Kohle und Queckſilber. [70]

1825—1827 Magnetiſche Beobachtungen von Bouſſingault in verſchiedenen Theilen von Südamerika (Marmato, Quito).

1826—1827 Intenſitäts-Beobachtungen von Keilhau in 20 Stationen (in Finmarken, auf Spitzbergen und der Bären-Inſel); von Keilhau und Boeck in Süd-Deutſchland und Italien (Schum. Aſtr. Nachr. No. 146).

1826—1829 Admiral Lütke Reiſe um die Welt. Der magnetiſche Theil iſt mit großer Sorgfalt bearbeitet 1834 von Lenz. (S. Partie nautique du Voyage 1836.)

1826—1830 Cap. Philip Parker King Beobachtungen in den ſüdlichen Theilen der Oſt- und Weſtküſte von Südamerika (Braſilien, Montevideo, der Magellans-Straße, Chiloe und Valparaiſo).

1827—1839 Quetelet État du Magnétisme terrestre (Bruxelles) pendant douze années. Sehr genaue Beobachtungen.

1827 Sabine über Ergründung der relativen Intenſität der magnetiſchen Erdkraft in Paris und London. Eine analoge

Vergleichung von Paris und Chriſtiania (1825 und 1828) geſchah von Hanſteen. Meeting of the British Association at Liverpool 1837 p. 19—23. Die vielen von franzöſiſchen, engliſchen und nordiſchen Reiſenden gelieferten Reſultate der Intenſität haben zuerſt mit unter ſich verglichenen, an den genannten 3 Orten oſcillirenden Nadeln in numeriſchen Zuſammenhang gebracht und als Verhältnißwerthe aufgeſtellt werden können. Die Zahlen ſind: für Paris 1,348: von mir; für London 1,372: von Sabine; für Chriſtiania 1,423: von Hanſteen gefunden. Alle beziehen ſich auf die Intenſität der Magnetkraft in einem Punkte des magnetiſchen Aequators (der Curve ohne Inclination), der die peruaniſchen Cordilleren zwiſchen Micuipampa und Caramarca durchſchneidet: unter ſüdlicher Br. 7° 2′ und weſtlicher Länge 81° 8′, wo die Intenſität von mir = 1,000 geſetzt wurde. Die Beziehung auf dieſen Punkt (Humboldt Recueil d'Observ. astr. Vol. II. p. 382—385 und Voyage aux Régions équin. T. III. p. 622) hat vierzig Jahre lang den Reductionen in allen Intenſitäts-Tabellen zum Grunde gelegen (Gay-Luſſac in den Mém. de la Société d'Arcueil T. I. 1807 p. 21; Hanſteen über den Magnetismus der Erde 1819 S. 71; Sabine im Rep. of the British Association at Liverpool p. 43—58). Sie iſt aber in neuerer Zeit mit Recht als nicht allgemein maaßgebend getadelt worden, weil die Linie ohne Inclination [71] gar nicht die Punkte der ſchwächſten Intenſität mit einander verbindet (Sabine in den Phil. Transact. for 1846 P. III. p. 254 und im Manual of Scient. Enquiry for the use of the British Navy 1849 p. 17).

1828—1829 Reiſe von Hanſteen, und Due: magnetiſche Beobachtungen im europäiſchen Rußland und dem öſtlichen Sibirien bis Irkutſk.

1828—1830 Adolf Erman Reiſe um die Erde durch Nord-Aſien und die beiden Oceane, auf der ruſſiſchen Fregatte Krotkoi. Identität der angewandten Inſtrumente, Gleichheit der Methode und Genauigkeit der aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen ſichern dieſem, auf Privatkoſten von einem gründlich unterrichteten und geübten Beobachter ausgeführten Unternehmen einen dauernden Ruhm. Vergl. die auf Erman's Beobachtungen gegründete allgemeine Declinations-Karte im Report of the Committee relat. to the arctic Expedition 1840 Pl. III.

1828—1829 Humboldt's Fortsetzung der 1800 und 1807 in Solstitien und Aequinoctien begonnenen Beobachtungen über stündliche Declination und die Epochen außerordentlicher Perturbationen, in einem eigens dazu erbauten magnetischen Hause zu Berlin mittelst einer Boussole von Gambey. Correspondirende Messungen zu Petersburg, Nikolajew, und in den Gruben zu Freiberg (vom Prof. Reich) 216 Fuß unter der Erdoberfläche. Dove und Rieß haben die Arbeit bis Nov. 1830 über Abweichung und Intensität der horizontalen Magnetkraft fortgesetzt (Poggend. Annalen Bd. XV. S. 318—336, Bd. XIX. S. 375—391 mit 16 Tabellen, Bd. XX. S. 545—555).

1829—1834 Der Botaniker David Douglas, welcher seinen Tod in Owhyhee in einer Fallgrube fand, in welche vor ihm ein wilder Stier herabgestürzt war, machte eine schöne Reihe von Declinations- und Intensitäts-Beobachtungen an der Nordwest-Küste von Amerika und auf den Sandwich-Inseln bis am Rande des Kraters von Kiraueah. (Sabine Meeting at Liverpool p. 27—32.)

1829 Kupffer Voyage au Mont Elbrouz dans le Caucase (p. 68 und 115).

1829 Humboldt magnetische Beobachtungen über den tellurischen Magnetismus, mit gleichzeitigen astronomischen Ortsbestimmungen, gesammelt auf einer Reise im nördlichen Asien auf Befehl des Kaisers Nicolaus zwischen den Längen von 11° 3′ bis 80° 12′ östlich von Paris, nahe am Dzaisan-See; wie zwischen den Breiten von 45° 43′ (Insel Birutschicassa im caspischen Meere) bis 58° 52′ im nördlichen Ural bei Werchoturie. (Asie centrale T. III. p. 440—478.)

1829 Die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg genehmigt Humboldt's Antrag auf Errichtung magnetischer und meteorologischer Stationen in den verschiedensten klimatischen Zonen des europäischen und asiatischen Rußlands, wie auf die Erbauung eines physikalischen Central-Observatoriums in der Hauptstadt des Reichs unter der, immer gleich thätigen, wissenschaftlichen Leitung des Professor Kupffer. (Vergl. Kosmos Bd. I. S. 436—439 Anm. 36; Kupffer Rapport adressé à l'Acad. de St. Pétersbourg relatif à l'Observatoire physique central, fondé auprès du Corps des Mines, in Schum. Astr. Nachr. No. 726; derselbe Annales magnétiques p. XI.) Durch das ausdauernde

Wohlwollen, welches der Finanz-Miniſter Graf von Cancrin jedem großartigen ſcientifiſchen Unternehmen ſchenkte, konnte ein Theil der gleichzeitigen correſpondirenden [72] Beobachtungen zwiſchen dem weißen Meere und der Krim, zwiſchen dem finniſchen Meerbuſen und den Küſten der Südſee im ruſſiſchen Amerika ſchon im Jahr 1832 beginnen. Eine permanente magnetiſche Station wurde zu Peking in dem alten Kloſterhauſe, das ſeit Peter dem Großen periodiſch von griechiſchen Mönchen bewohnt wird, geſtiftet. Der gelehrte Aſtronom Fuß, welcher den Hauptantheil an den Meſſungen zur Beſtimmung des Höhenunterſchiedes zwiſchen dem caſpiſchen und ſchwarzen Meere genommen, wurde auserwählt, um in China die erſten magnetiſchen Einrichtungen zu treffen. Später hat Kupffer auf einer Rundreiſe alle in den magnetiſchen und meteorologiſchen Stationen aufgeſtellten Inſtrumente öſtlich bis Nertſchinſk (in 117° 16′ Länge) unter einander und mit den Fundamental-Maaßen verglichen. Die, gewiß recht vorzüglichen, magnetiſchen Beobachtungen von Fedorow in Sibirien bleiben noch unpublicirt.

1830—1845 Oberſt Graham (von den topographiſchen Engineers der Vereinigten Staaten) Intenſitäts-Beobachtungen an der ſüdlichen Grenze von Canada, Phil. Transact. for 1846 P. III. p. 242.

1830 Fuß magnetiſche, aſtronomiſche und hypſometriſche Beobachtungen (Report of the seventh meeting of the Brit. Assoc. 1837 p. 497—499) auf der Reiſe vom Baikal-See durch Ergi Oude, Durma und den, nur 2400 Fuß hohen Gobi nach Peking, um dort das magnetiſche und meteorologiſche Obſervatorium zu gründen, auf welchem Kovanko 10 Jahre lang beobachtet hat (Humboldt Asie centr. T. I. p. 8, T. II. p. 141, T. III. p. 468 und 477).

1831—1836 Cap. Fitzroy in ſeiner Reiſe um die Welt auf dem Beagle, wie in der Aufnahme der Küſten des ſüdlichſten Theils von Amerika, ausgerüſtet mit einem Gambey'ſchen Inclinatorium und mit von Hanſteen gelieferten Oſcillations-Nadeln.

1831 Dunlop, Director der Sternwarte von Paramatta, Beobachtungen auf einer Reiſe nach Auſtralien (Phil. Transact. for 1840 P. I. p. 133—140).

1831 Faraday's Inductionsſtröme, deren Theorie Nobili und Antinori erweitert haben; große Entdeckung der Lichtentwickelung durch Magnete.

1833 und 1839 ſind die zwei wichtigen Epochen der erſten Bekanntmachung theoretiſcher Anſichten von Gauß: 1) Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata 1833 (p. 3: »elementum tertium, intensitas, usque ad tempora recentiora penitus neglectum mansit«); 2) das unſterbliche Werk: Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus (ſ. Reſultate aus den Beobachtungen des magnetiſchen Vereins im Jahr 1838, herausgegeben von Gauß und Weber 1839, S. 1—57).

1833 Arbeiten von Barlow über die Anziehung des Schiffseiſens und die Mittel deſſen ablenkende Wirkung auf die Bouſſole zu beſtimmen; Unterſuchung von electro-magnetiſchen Strömen in Terrellen. Iſogoniſche Weltkarten. (Vergl. Barlow Essay on magnetic attraction 1833 p. 89 mit Poiſſon sur les déviations de la boussole produite par le fer des vaisseaux in den Mém. de l'Institut T. XVI. p. 481—555; Airy in den Phil. Transact. for 1839 P. I. p. 167 und for 1843 P. II. p. 146; Sir James Roß in den Phil. Transact. for 1849 P. II. p. 177—195.)

1833 Moſer Methode die Lage und Kraft der veränderlichen magnetiſchen Pole kennen zu lernen (Poggendorff Annalen Bd. 28. S. 49—296).

1833 Chriſtie on the arctic observations of Cap. Back, Phil. Transact. for 1836 P. II. p. 377. (Vergl. auch deſſen frühere wichtige Abhandlung in den Phil. Transact. for 1825 P. I. p. 23.)

1834 Parrot's Reiſe nach dem Ararat. (Magnetismus Bd. II. S. 53—64.)

1836 Major Etscourt in der Expedition von Oberſt Chesney auf dem Euphrat. Ein Theil der Intenſitäts-Beobachtungen iſt bei dem Untergange des Dampfboots Tigris verloren gegangen: was um ſo mehr zu bedauern iſt, als es in dieſem Theile des Inneren von Vorder-Aſien und ſüdlich vom caſpiſchen Meere ſo ganz an genauen Beobachtungen fehlt.

1836 Lettre de Mr. A. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex, Président de la Soc. Roy. de Londres, sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du magnétisme terrestre par l'établissement de stations magnétiques et d'observations correspondantes (Avril 1836). Ueber die glücklichen Folgen dieſer Aufforderung und ihren Einfluß auf die große antarctiſche Expedition von Sir James Roß ſ. Kosmos Bd. I. S. 438; Sir James

Roß Voy. to the Southern and Antarctic Regions 1847 Vol. I. p. XII.

1837 Sabine on the variations of the magnetic Intensity of the Earth in dem seventh meeting of the British Association at Liverpool p. 1—85; die vollſtändigſte Arbeit dieſer Art.

1837–1838 Errichtung eines magnetiſchen Obſervatoriums zu Dublin von Prof. Humphrey Lloyd. Ueber die von 1840 bis 1846 daſelbſt angeſtellten Beobachtungen ſ. Transact. of the Royal Irish Acad. Vol. XXII. P. I. p. 74—96.

1837 Sir David Brewſter a Treatise on Magnetism p. 185—263.

1837–1842 Sir Edward Belcher Reiſen nach Singapore, dem chineſiſchen Meere und der Weſtküſte von Amerika; Phil. Transact. for 1843 P. II. p. 113, 140–142. Dieſe Beobachtungen der Inclination, wenn man ſie mit den meinigen, älteren, zuſammenhält, deuten auf ſehr ungleiches Fortſchreiten der Curven. Ich fand z. B. 1803 die Neigungen in Acapulco, Guayaquil und Callao de Lima + 38° 48′, + 10° 42′, — 9° 54′; Sir Edward Belcher: + 37° 57′, + 9° 1′, — 9° 54′. Wirken die häufigen Erdbeben an der peruaniſchen Küſte local auf die Erſcheinungen, welche von der magnetiſchen Erdkraft abhangen?

1838—1842 Charles Wilkes Narrative of the United States Exploring Expedition (Vol. I. p. XXI).

1838 Lieut. James Sulivan Reiſe von Falmouth nach den Falklands-Inſeln, Phil. Transact. for 1840 P. I. p. 129, 140 und 143.

1838 und 1839 Errichtung der magnetiſchen Stationen, unter der vortrefflichen Direction des Oberſt Sabine, in beiden Erdhälften, auf Koſten der großbritanniſchen Regierung. Die Inſtrumente wurden 1839 abgeſandt, die Beobachtungen begannen in Toronto (Canada) und auf Van Diemen's Land 1840, am Vorgebirge der guten Hoffnung 1841. (Vergl. Sir John Herſchel im Quarterly Review Vol. 66. 1840 p. 297; Becquerel Traité d'Électricité et de Magnétisme T. VI. p. 173.) — Durch die mühevolle und gründliche Bearbeitung dieſes reichen Schatzes von Beobachtungen, welche alle Elemente oder Variationen der magnetiſchen Thätigkeit des Erdkörpers umfaſſen, hat Oberſt Sabine, als Superintendent of the Colonial Observatories, früher unerkannte Geſetze entdeckt und der Wiſſenſchaft neue Anſichten eröffnet. Die Reſultate

ſolcher Erforſchungen ſind von ihm in einer langen Reihe einzelner Abhandlungen (Contributions to terrestrial Magnetism) in den Philosophical Transactions der Kön. Londoner Societät und in eigenen Schriften veröffentlicht worden, welche dieſem Theile des Kosmos zum Grunde liegen. Wir nennen hier von dieſen nur einige der vorzüglichſten: 1) Ueber ungewöhnliche magnetiſche Störungen (Ungewitter), beobachtet in den Jahren 1840 und 1841; ſ. Observations on days of unusual magnetic disturbances p. 1—107, und, als Fortſetzung dieſer Arbeit, die magnetic storms von 1843—1845, in den Phil. Transact. for 1851 P. I. p. 123—139; 2) Observations made at the magnetical Observatory at Toronto 1840, 1841 und 1842 (lat. 43° 39′ bor., long. 81° 41′) Vol. I. p. XIV—XXVIII; 3) Der ſehr abweichende Richtungsgang der magnetiſchen Declination in der einen Hälfte des Jahres zu St. Helena, in Longwood-Houſe (lat. 15° 55′ auſtr., lg. occ. 8° 3′), Phil. Transact. for 1847 P. I. p. 54; 4) Observ. made at the magn. and meteor. Observatory at the Cape of Good Hope 1841—1846; 5) Observ. made at the magn. and meteor. Observatory at Hobarton (lat. 42° 52′ auſtr., lg. 145° 7′ or.) in Van Diemen Island, and the antarctic Expedition Vol. I. und II. (1841—1848); über Scheidung der öſtlichen und weſtlichen Störungen (disturbances) ſ. Vol. II. p. IX—XXXVI; 6) Magnetiſche Erſcheinungen innerhalb des antarctiſchen Polarkreiſes, in Kerguelen und Van Diemen, Phil. Transact. for 1843 P. II. p. 145—231; 7) Ueber die Isoclinal und Isodynamic Lines im atlantiſchen Ocean, Zuſtand von 1837 (Phil. Transact. for 1840 P. I. p. 129—155); 8) Fundamente einer Karte des atlantiſchen Oceans, welche die magnetiſchen Abweichungslinien zwiſchen 60° nördl. und 60° ſüdl. Breite darſtellt für das Jahr 1840 (Phil. Transact. for 1849 P. II. p. 173—233); 9) Mittel die magnetiſche Totalkraft der Erde, ihre ſeculare Veränderung und jährliche Variation (absolute values, secular change and annual variation of the magnetic force) zu meſſen (Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 201—219; Uebereinſtimmung der Epoche der größten Nähe der Sonne mit der der größten Intenſität der Kraft in beiden Hemiſphären und der Zunahme der Inclination p. 216); 10) Ueber das Maaß magnetiſcher Intenſität im hohen Norden des Neuen Continents und über den von Cap. Lefroy aufgefundenen Punkt (Br. 52° 19′) der größten Erdkraft, Phil. Transact. for 1846 P. III.

p. 237—336; 11) Die periodiſchen Veränderungen der drei Elemente des Erd-Magnetismus (Abweichung, Inclination und totale Kraft) zu Toronto in Canada und zu Hobarton auf Van Diemen, und über den Zuſammenhang der zehnjährigen Periode magnetiſcher Veranderungen mit der von Schwabe zu Deſſau entdeckten, ebenfalls zehnjährigen Periode der Frequenz von Sonnenflecken, Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 121—124. (Die Variations-Beobachtungen von 1846 und 1851 ſind als Fortſetzung der in No. 1 bezeichneten von 1840—1845 zu betrachten.)

1839 Darſtellung der Linien gleicher Neigung und gleicher Intenſität der Erdkraft in den britiſchen Inſeln (magnetic isoclinal and isodynamic Lines, from Observations of Humphrey Lloyd, John Phillips, Robert Were Fox, James Ross and Edward Sabine). Schon 1833 hatte die British Association in Cambridge beſchloſſen, daß in mehreren Theilen des Reichs Neigung und Intenſität beſtimmt werden ſollten; ſchon im Sommer 1834 wurde dieſer Wunſch von Prof. Lloyd und Oberſt Sabine in Erfüllung gebracht, und die Arbeit 1835 und 1836 auf Wales und Schottland ausgedehnt (Eighth Report of the British Assoc. in the meeting at Newcastle 1838 p. 49—196; mit einer iſocliniſchen und iſodynamiſchen Karte der britiſchen Inſeln, die Intenſität in London = 1 geſetzt).

1838—1843 Die große Entdeckungsreiſe von Sir James Clark Roß nach dem Südpol, gleich bewundernswürdig durch den Gewinn für die Kenntniß der Exiſtenz viel bezweifelter Polarländer als durch das neue Licht, welches die Reiſe über den magnetiſchen Zuſtand großer Erdräume verbreitet hat. Sie umfaßt, alle drei Elemente des telluriſchen Magnetismus numeriſch beſtimmend, faſt $^2/_3$ der Area der ganzen hohen Breiten der ſüdlichen Halbkugel.

1839—1851 Kreil's über zwölf Jahre lang fortgeſetzte Beobachtungen der Variation ſämmtlicher Elemente der Erdkraft und der vermutheten ſoli-lunaren Einflüſſe auf der kaiſ. Sternwarte zu Prag.

1840 Stündliche magnetiſche Beobachtungen mit einer Gambey'ſchen Declinations-Bouſſole während eines 10jährigen Aufenthalts in Chili von Claudio Gay; ſ. deſſen Historia fisica y politica de Chile 1847.

1840—1851 Lamont, Director der Sternwarte zu München,

Resultate seiner magnetischen Beobachtungen, verglichen mit denen von Göttingen, die selbst bis 1835 aufsteigen. Erforschung des wichtigen Gesetzes einer zehnjährigen Periode der Declinations-Veränderungen. (Vergl. Lamont in Poggend. Ann. der Phys. 1851 Bd. 84. S. 572—582 und Relshuber 1852 Bd. 85. S. 179—184.) Der, schon oben berührte, muthmaßliche Zusammenhang zwischen der periodischen Zu- und Abnahme der Jahresmittel der täglichen Declinations-Variation der Magnetnadel und der periodischen Frequenz der Sonnenflecken ist zuerst von Oberst Sabine in den Phil. Transact. for 1852, und, ohne daß er Kenntniß von dieser Arbeit hatte, 4 bis 5 Monate später von dem gelehrten Director der Sternwarte zu Bern, Rudolph Wolf, in den Schriften der schweizerischen Naturforscher verkündigt worden. [73] Lamont's Handbuch des Erdmagnetismus (1848) enthält die Angabe der neuesten Mittel der Beobachtung wie die Entwickelung der Methoden.

1840—1845 Bache, Director of the Coast Survey of the United States, Observ. made at the magn. and meteorol. Observatory at Girard's College (Philadelphia), publ. 1847.

1840—1842 Lieut. Gilliß (Un. St.) Magnetical and Meteorological Observations made at Washington, publ. 1847 (p. 2—319; magnetic storms p. 336).

1841—1843 Sir Robert Schomburgk Declinations-Beobachtungen in der Waldgegend der Guyana zwischen dem Berg Roraima und dem Dörfchen Pirara, zwischen den Parallelen von 4° 57′ und 3° 39′ (Phil. Transact. for 1849 P. II. p. 217).

1841—1845 Magn. and Meteorol. Observations made at Madras.

1843—1844 Magnetische Beobachtungen auf der Sternwarte von Sir Thomas Brisbane zu Makerstoun (Rorburghshire, Schottland), Br. 55° 34′; s. Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XVII. P. 2. p. 188 und Vol. XVIII. p. 46.

1843—1849 Kreil über den Einfluß der Alpen auf Aeußerung der magnetischen Erdkraft. (Vergl. Schum. Astr. Nachr. No. 602.)

1844—1845 Expedition der Pagoda in hohen antarctischen Breiten bis — 64° und — 67°, und Länge 4° bis 117° östl., alle 3 Elemente des tellurischen Magnetismus umfassend: unter dem Commando des Schiffs-Lieut. Moore, der schon in der Nordpol-Expedition auf dem Terror gewesen war, und des Artillerie-Lieut.

Clerk, früher Directors des magnetiſchen Obſervatoriums am Vorgebirge der guten Hoffnung; — eine würdige Vervollſtändigung der Arbeiten von Sir James Clark Roß am Südpol.

1845 Proceedings of the magn. and meteorol. Conference held at Cambridge.

1845 Observations made at the magn. and meteorol. Observatory at Bombay under the superintendency of Arthur Bedford Orlebar. Das Obſervatorium iſt 1841 auf der kleinen Inſel Colaba erbaut worden.

1845—1850 Sechs Bände Results of the magn. and meteorol. Observations made at the Royal Observatory at Greenwich. Das magnetiſche Haus wurde 1838 gebaut.

1845 Simonoff, Prof. de Kazan, Recherches sur l'action magnétique de la Terre.

1846—1849 Cap. Elliot (Madras Engineers) magnetic Survey of the Eastern Archipelago; 16 Stationen, jede von mehreren Monaten: auf Borneo, Celebes, Sumatra, den Nicobaren und Keeling-Inſeln; mit Madras verglichen, zwiſchen nördl. Br. 16° und ſüdl. Br. 12°, Länge 78° und 123° öſtl. (Phil. Transact. for 1851 P. I. p. 287—331 und p. I—CLVII). Beigefügt ſind Karten gleicher Inclination und Declination, wie horizontaler und totaler Kraft. Dieſe Arbeit, welche zugleich die Lage des magnetiſchen Aequators und der Linie ohne Abweichung darſtellt, gehört zu den ausgezeichnetſten und vielumfaſſendſten neuerer Zeit.

1845—1850 Faraday's glänzende phyſikaliſche Entdeckungen 1) über die ariale (paramagnetiſche) oder äquatoriale (diamagnetiſche [74]) Stellung (Richtung), welche frei ſchwingende Körper unter äußerem magnetiſchen Einfluſſe annehmen (Phil. Transact. for 1846 § 2120 und Phil. Tr. for 1851 P. I. § 2718—2796); 2) über Beziehung des Electro-Magnetismus zu einem polariſirten Lichtſtrahle und Drehung des letzteren unter Vermittelung (Dazwiſchenkunft) des veränderten Molecular-Zuſtandes derjenigen Materie, durch welche zugleich der polariſirte Lichtſtrahl und der magnetiſche Strom geleitet werden (Phil. Tr. for 1846 P. I. § 2195 und 2215—2221); 3) über die merkwürdige Eigenſchaft des Sauerſtoff-Gaſes, als des einzigen paramagnetiſchen unter allen Gasarten, einen ſolchen Einfluß auf die Elemente des Erd-Magnetismus auszuüben: daß es, weichem Eiſen gleich, nur außerordentlich viel ſchwächer, durch die vertheilende

Wirkung des Erdkörpers, eines permanent gegenwärtigen Magnets, Polarität [75] annimmt (Phil. Tr. for 1851 P. I. § 2297—2967).

1849 Emory Magn. Observations made at the Isthmus of Panama.

1849 Prof. William Thomson in Glasgow, a mathematical Theory of Magnetism, in den Phil. Transact. for 1851 P. I. p. 243—285. (Ueber das Problem der Vertheilung der magnetischen Kraft vergl. § 42 und 56 mit Poisson in den Mém. de l'Institut 1811 P. I. p. 1, P. II. p. 163.)

1850 Airy on the present state and prospects of the Science of terrestrial Magnetism, Fragment einer vielversprechenden Abhandlung.

1852 Kreil Einfluß des Mondes auf die magnetische Declination zu Prag in den Jahren 1839—1849. Ueber die früheren Arbeiten dieses genauen Beobachters von 1836—1838 s. Osservazioni sull' intensità e sulla direzione della forza magnetica istituite negli anni 1836—1838 all' I. R. Osservatorio di Milano p. 171, wie auch Magn. und meteorol. Beobachtungen zu Prag Bd. I. S. 59.

1852 Faraday on Lines of magnetic Force and their definite character.

1852 Sabine's neue Beweise aus Beobachtungen von Toronto, Hobarton, St. Helena und dem Vorgebirge der guten Hoffnung (1841—1851): daß überall in der Morgenstunde von 7—8 Uhr die Magnet-Declination eine Jahresperiode darbietet, in welcher das nördliche Solstitium die größte östliche Elongation, das südliche Solstitium die größte westliche Elongation offenbaren, ohne daß in diesen Solstitial-Epochen (turning periods) die Temperatur der Atmosphäre oder der Erdrinde ein Maximum oder Minimum erleiden. Vergl. den, noch nicht erschienenen 2ten Band der Observations made at Toronto p. XVII mit den schon oben angeführten zwei Abhandlungen von Sabine über Einfluß der Sonnennähe (Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 216) und der Sonnenflecken (Phil. Tr. for 1852 P. I. p. 121).

Die chronologische Aufzählung der Fortschritte unserer Kenntniß von dem Erd-Magnetismus in der Hälfte eines Jahrhunderts, in dem ich diesem Gegenstande ununterbrochen das wärmste Interesse gewidmet habe, zeigt ein glückliches

Streben nach einem zwiefachen Zwecke. Der größere Theil der Arbeiten iſt der Beobachtung der magnetiſchen Thätigkeit des Erdkörpers, der Meſſung nach Raumverhältniſſen und Zeitepochen gewidmet geweſen; der kleinere Theil gehört dem Experimente, dem Hervorrufen von Erſcheinungen, welche auf Ergründung des Weſens jener Thätigkeit ſelbſt, der inneren Natur der Magnetkraft, zu leiten verheißen. Beide Wege: meſſende Beobachtung der Aeußerungen des telluriſchen Magnetismus (in Richtung und Stärke) und phyſikaliſches Experiment über Magnetkraft im allgemeinen, haben gegenſeitig den Fortſchritt unſeres Naturwiſſens belebt. Die Beobachtung allein, unabhängig von jeglicher Hypotheſe über den Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen oder über die, bis jetzt unmeßbare, uns unerreichbare Wechſelwirkung der Molecule im Inneren der Subſtanzen, hat zu wichtigen numeriſchen Geſetzen geführt. Dem bewundernswürdigen Scharfſinn experimentirender Phyſiker iſt es gelungen Polariſations-Eigenſchaften ſtarrer und gasförmiger Körper zu entdecken, von denen man vorher keine Ahndung hatte, und die in eigenem Verkehr mit Temperatur und Luftdruck ſtehen. So wichtig und unbezweifelt auch jene Entdeckungen ſind, ſo können ſie in dem gegenwärtigen Zuſtand unſeres Wiſſens doch noch nicht als befriedigende Erklärungsgründe jener Geſetze betrachtet werden, welche bereits in der Bewegung der Magnetnadel erkannt worden ſind. Das ſicherſte Mittel, zur Erſchöpfung des veränderlich Meßbaren im Raume, wie zu der Erweiterung und Vollendung der, von Gauß ſo großartig entworfenen, mathematiſchen Theorie des Erd-Magnetismus zu gelangen, iſt das Mittel der gleichzeitig an vielen gut ausgewählten Punkten der Erde fortgeſetzten Beobachtung aller drei Elemente der magnetiſchen

Thätigkeit. Was ich ſelbſt aber ruhmvolles [76] von der Verbindung des Experiments und der mathematiſchen Gedankenverbindung erwarte, habe ich bereits an einem anderen Orte ausgeſprochen und durch Beiſpiele erläutert.

Alles, was auf unſerem Planeten vorgeht, kann nicht ohne kosmiſchen Zuſammenhang gedacht werden. Das Wort Planet führt uns an ſich ſchon auf Abhängigkeit von einem Centralkörper, auf die Verbindung mit einer Gruppe von Himmelskörpern ſehr verſchiedener Größe, die wahrſcheinlich einen gleichen Urſprung haben. Sehr früh wurde der Einfluß des Sonnenſtandes auf die Aeußerung der Magnetkraft der Erde anerkannt: deutlichſt bei Entdeckung der ſtündlichen Abweichung; dunkler, wie Kepler ein Jahrhundert vorher ahndete, daß alle Achſen der Planeten nach Einer Weltgegend magnetiſch gerichtet ſeien. Kepler ſagt ausdrücklich: „daß die Sonne ein magnetiſcher Körper ſei; und daß deshalb in der Sonne die Kraft liege, welche die Planeten bewege.“ [77] Maſſen-Anziehung und Gravitation erſchienen damals unter dem Symbol magnetiſcher Attraction. Horrebow [78], der Gravitation nicht mit Magnetismus verwechſelte, hat wohl zuerſt den Lichtproceß „ein perpetuirlich im Sonnen-Dunſtkreiſe durch magnetiſche Kräfte vorgehendes Nordlicht“ genannt. Unſeren Zeiten näher (und dieſer Unterſchied der Meinungen iſt ſehr bemerkenswerth) ſind die Anſichten über die Art der Einwirkung der Sonne entſchieden getheilt aufgetreten.

Man hat ſich entweder vorgeſtellt, daß die Sonne, ohne ſelbſt magnetiſch zu ſein, auf den Erd-Magnetismus nur temperatur-verändernd wirke (Canton, Ampère, Chriſtie, Lloyd, Airy); oder man glaubt, wie Coulomb, die Sonne von einer magnetiſchen Atmoſphäre umhüllt [79], welche ihre

Wirkung auf den Magnetismus der Erde durch Vertheilung ausübe. Wenn gleich durch Faraday's ſchöne Entdeckung von der paramagnetiſchen Eigenſchaft des Sauerſtoff-Gaſes die große Schwierigkeit gehoben wird, ſich, nach Canton, die Temperatur der feſten Erdrinde und der Meere als unmittelbare Folge des Durchgangs der Sonne durch den Orts-Meridian ſchnell und beträchtlich erhöht vorſtellen zu müſſen; ſo hat doch die vollſtändige Zuſammenſtellung und ſcharfſinnige Discuſſion alles meßbar Beobachteten durch den Oberſt Sabine als Reſultat ergeben, daß die bisher beobachteten periodiſchen Variationen der magnetiſchen Thätigkeit des Erdkörpers nicht ihre Urſache in den periodiſchen Temperatur-Veränderungen des uns zugänglichen Luftkreiſes haben. Weder die Hauptepochen der täglichen und jährlichen Veränderungen der Declination zu verſchiedenen Stunden des Tages und der Nacht (und die jährlichen hat Sabine zum erſten Male, nach einer übergroßen Zahl von Beobachtungen, genau darſtellen können), noch die Perioden der mittleren Intenſität der Erdkraft ſtimmen [80] mit den Perioden der Maxima und Minima der Temperatur der Atmoſphäre oder der oberen Erdrinde überein. Die Wendepunkte in den wichtigſten magnetiſchen Erſcheinungen ſind die Solſtitien und Aequinoctien. Die Epoche, in welcher die Intenſität der Erdkraft am größten iſt und in beiden Hemiſphären die Inclinations-Nadel dem verticalen Stande ſich am nächſten zeigt, iſt die der größten Sonnennähe [81], wenn zugleich die Erde die größte Translations-Geſchwindigkeit in ihrer Bahn hat. Nun aber ſind ſich in der Zeit der Sonnennähe (December, Januar und Februar) wie in der Zeit der Sonnenferne (Mai, Juni und Juli) die Temperatur-Verhältniſſe der Zonen dieſſeits und jenſeits des Aequators geradezu entgegengeſetzt; die Wendepunkte der

ab- und zunehmenden Intenſität, Declination und Inclination können alſo nicht der Sonne als wärmendem Princip zugeſchrieben werden.

Jahresmittel aus den Beobachtungen von München und Göttingen haben dem thätigen Director der kön. bairiſchen Sternwarte, Prof. Lamont, das merkwürdige Geſetz einer Periode von 10 1/3 Jahren in den Veränderungen der Declination offenbart.[82] In der Periode von 1841 bis 1850 erreichten die Mittel der monatlichen Declinations-Veränderungen ſehr regelmäßig ihr Minimum 1843 1/2, ihr Maximum 1848 1/2. Ohne dieſe europäiſchen Reſultate zu kennen, hatte die Vergleichung der monatlichen Mittel derſelben Jahre 1843—1848, aus Beobachtungen von Orten gezogen, welche faſt um die Größe der ganzen Erdachſe von einander entfernt liegen (Toronto in Canada und Hobarton auf Van Diemen's Inſel), den Oberſt Sabine auf die Exiſtenz einer periodiſch wirkenden Störungsurſach geleitet. Dieſe iſt von ihm als eine rein kosmiſche in den ebenfalls zehnjährigen periodiſchen Veränderungen der Sonnen-Atmoſphäre gefunden worden.[83] Der fleißigſte Beobachter der Sonnenflecken unter den jetzt lebenden Aſtronomen, Schwabe, hat (wie ich ſchon an einem anderen Orte[84] entwickelt) in einer langen Reihe von Jahren (1826 bis 1850) eine periodiſch wechſelnde Frequenz der Sonnenflecken aufgefunden: dergeſtalt, daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen iſt. „Ich habe", ſetzt er hinzu, „nicht Gelegenheit gehabt eine fortlaufende Reihe älterer Beobachtungen zu unterſuchen; ſtimme aber gern der Meinung bei, daß dieſe Periode ſelbſt wieder veränderlich ſein könne." Etwas einer ſolchen Veränderlichkeit analoges, Perioden in den Perioden,

bieten uns allerdings auch Lichtproceſſe in anderen ſelbſtleuchtenden Sonnen dar. Ich erinnere an die von Goodricke und Argelander ergründeten, ſo complicirten Intenſitäts-Veränderungen von β Lyrae und Mira Ceti.[85]

Wenn, nach Sabine, der Magnetismus des Sonnenkörpers ſich durch die in der Sonnennähe vermehrte Erdkraft offenbart; ſo iſt es um ſo auffallender, daß nach Kreil's gründlichen Unterſuchungen über den magnetiſchen Mond-Einfluß dieſer ſich bisher weder in der Verſchiedenheit der Mondphaſen, noch in der Verſchiedenheit der Entfernung des Mondes von der Erde bemerkbar gemacht hat. Die Nähe des Mondes ſcheint im Vergleich mit der Sonne nicht die Kleinheit der Maſſe zu compenſiren. Das Hauptergebniß der Unterſuchung[86] über den magnetiſchen Einfluß des Erd-Satelliten, welcher nach Melloni nur eine Spur von Wärme-Erregung zeigt, iſt: daß die magnetiſche Declination auf unſerer Erde im Verlauf eines Mondtages eine regelmäßige Aenderung erleidet, indem dieſelbe zu einem zwiefachen Maximum und zu einem zwiefachen Minimum gelangt. „Wenn der Mond", ſagt Kreil ſehr richtig, „keine (für die gewöhnlichen Wärmemeſſer) erkennbare Temperatur-Veränderung auf der Erdoberfläche hervorbringt, ſo kann er auch in der Magnetkraft der Erde keine Aenderung auf dieſem Wege erzeugen; wird nun demohngeachtet eine ſolche bemerkt, ſo muß man daraus ſchließen, daß ſie auf einem anderen Wege als durch Erwärmung hervorgebracht werde." Alles, was nicht als das Product einer einzigen Kraft auftritt, kann, wie beim Monde, erſt durch Ausſcheidung vieler fremdartigen Störungs-Elemente als für ſich beſtehend erkannt werden.

Werden nun auch bis jetzt die entſchiedenſten und größten

Variationen in den Aeußerungen des tellurischen Magnetismus nicht durch Maxima und Minima des Temperatur-Wechsels befriedigend erklärt; so ist doch wohl nicht zu bezweifeln, daß die große Entdeckung der polarischen Eigenschaft des Sauerstoffs in der gasförmigen Erdumhüllung, bei tieferer und vollständigerer Einsicht in den Proceß magnetischer Thätigkeit, in naher Zukunft zum Verstehen der Genesis dieses Processes ein Element darbieten wird. Es ist bei dem harmonischen Zusammenwirken aller Kräfte undenkbar, daß die eben bezeichnete Eigenschaft des Sauerstoffs und ihre Modification durch Temperatur-Erhöhung keinen Antheil an dem Hervorrufen magnetischer Erscheinungen haben sollte.

Ist es, nach Newton's Ausspruch, sehr wahrscheinlich, daß die Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern (zu einem und demselben Planetensystem) gehören, großentheils dieselben sind [87]; so steht durch inductive Schlußart zu vermuthen, daß nicht auf unserem Erdball allein der gravitirenden Materie eine electro-magnetische Thätigkeit verliehen sei. Die entgegengesetzte Annahme würde kosmische Ansichten mit dogmatischer Willkühr einengen. Coulomb's Hypothese über den Einfluß der magnetischen Sonne auf die magnetische Erde widerspricht keiner Analogie des Erforschten.

Wenn wir nun zu der rein objectiven Darstellung der magnetischen Erscheinungen übergehen, wie sie unser Planet in den verschiedenen Theilen seiner Oberfläche und in seinen verschiedenen Stellungen zum Centralkörper darbietet; so müssen wir in den numerischen Resultaten der Messung genau die Veränderungen unterscheiden, welche in kurze oder sehr lange Perioden eingeschlossen sind. Alle sind von einander abhängig, und in dieser Abhängigkeit sich gegenseitig verstärkend oder

theilweiſe aufhebend und ſtörend: wie in bewegten Flüſſigkeiten Wellenkreiſe, die ſich durchſchneiden. Zwölf Objecte bieten ſich der Betrachtung vorzugsweiſe dar:

zwei Magnetpole, ungleich von den Rotations-Polen der Erde entfernt, in jeder Hemiſphäre einer; es ſind Punkte des Erdſphäroids, in denen die magnetiſche Inclination = 90° iſt und in denen alſo die horizontale Kraft verſchwindet;

der magnetiſche Aequator: die Curve, auf welcher die Inclination der Nadel = 0 iſt;

die Linien gleicher Declination und die, auf welchen die Declination = 0 iſt (iſogoniſche Linien und Linien ohne Abweichung);

die Linien gleicher Inclination (iſokliniſche Linien);

die vier Punkte größter Intenſität der magnetiſchen Erdkraft, zwei von ungleicher Stärke in jeder Hemiſphäre;

die Linien gleicher Erdkraft (iſodynamiſche Linien);

die Wellenlinie, welche auf jedem Meridian die Erdpunkte ſchwächſter Intenſität der Kraft mit einander verbindet und auch bisweilen ein dynamiſcher Aequator genannt [88] worden iſt; es fällt dieſe Wellenlinie weder mit dem geographiſchen noch mit dem magnetiſchen Aequator zuſammen;

die Begrenzung der Zone meiſt ſehr ſchwacher Intenſität, in der die ſtündlichen Veränderungen der Magnetnadel, nach Verſchiedenheit der Jahreszeiten, abwechſelnd vermittelnd [89] an den Erſcheinungen beider Halbkugeln Theil nehmen.

Ich habe in dieſer Aufzählung das Wort Pol allein für die zwei Erdpunkte, in denen die horizontale Kraft verſchwindet,

beibehalten, weil oft, wie schon bemerkt worden ist, in neuerer Zeit diese Punkte (die wahren Magnetpole), in denen die Intensitäts-Maxima keineswegs liegen, mit den vier Erdpunkten größter Intensität verwechselt worden sind.[90] Auch hat Gauß gezeigt, daß es schädlich sei die Chorde, welche die beiden Punkte verbindet, in denen auf der Erdoberfläche die Neigung der Nadel = 90° ist, durch die Benennung: magnetische Achse der Erde auszeichnen zu wollen.[91] Der innige Zusammenhang, welcher zwischen den hier aufgezählten Gegenständen herrscht, macht es glücklicherweise möglich die verwickelten Erscheinungen des Erd-Magnetismus nach drei Aeußerungen der einigen, thätigen Kraft (Intensität, Inclination und Declination) unter drei Gesichtspunkte zu concentriren.

Intensität.

Die Kenntniß des wichtigsten Elements des tellurischen Magnetismus, die unmittelbare Messung der Stärke der totalen Erdkraft, ist spät erst der Kenntniß von den Verhältnissen der Richtung dieser Erdkraft in horizontaler und verticaler Ebene (Declination und Inclination) gefolgt. Die Schwingungen, aus deren Dauer die Intensität geschlossen wird, sind erst am Schluß des 18ten Jahrhunderts ein Gegenstand des Experiments, in der ersten Hälfte des 19ten ein Gegenstand ernster und fortgesetzter Untersuchung geworden. Graham (1723) maß die Schwingungen seiner Inclinations-Nadel in der Absicht, zu versuchen, ob sie[92] constant wären, und um das Verhältniß der sie dirigirenden Kraft zur Schwere zu finden. Der erste Versuch, die Intensität des Magnetismus an von einander weit entfernten Punkten der Erde durch die Zahl der Oscillationen in gleichen Zeiten zu prüfen, geschah durch Mallet

(1769). Er fand mit ſehr unvollkommenen Apparaten die Zahl der Oſcillationen zu Petersburg (Br. 59° 56′) und zu Ponoi (67° 4′) völlig gleich [93], woraus die, bis auf Cavendiſh fortgepflanzte, irrthümliche Meinung entſtand, daß die Intenſität der Erdkraft unter allen Zonen dieſelbe ſei. Borda hatte zwar nie, wie er mir oft erzählt, aus theoretiſchen Gründen dieſen Irrthum getheilt, eben ſo wenig als vor ihm Le Monnier; aber auch Borda hinderte die Unvollkommenheit ſeiner Neigungs-Nadel (die Friction, welche dieſelbe auf den Zapfen erlitt) Unterſchiede der Magnetkraft während ſeiner Expedition nach den canariſchen Inſeln (1776) zwiſchen Paris, Toulon, Santa Cruz de Teneriffa und Gorée in Senegambien, in einem Raume von 35 Breitengraden, zu entdecken (Voyage de La Pérouse T. I. p. 162). Mit verbeſſerten Inſtrumenten wurden zum erſten Male dieſe Unterſchiede auf der unglücklichen Expedition von La Pérouſe in den Jahren 1785 und 1787 von Lamanon aufgefunden und von Macao aus dem Secretär der Pariſer Akademie mitgetheilt. Sie blieben, wie ich ſchon früher (Bd. IV. S. 61) erinnert, unbeachtet und, wie ſo vieles andere, in den akademiſchen Archiven vergraben.

Die erſten veröffentlichten Intenſitäts-Beobachtungen, ebenfalls auf Borda's Aufforderung angeſtellt, ſind die meiner Reiſe nach den Tropenländern des Neuen Continents von den Jahren 1798—1804. Frühere von meinem Freunde de Roſſel (1791 und 1794) in den indiſchen Meeren eingeſammelte Reſultate über die magnetiſche Erdkraft ſind erſt vier Jahre nach meiner Rückkunft aus Merico im Druck erſchienen. Im Jahre 1829 wurde mir der Vorzug, die Arbeit über Intenſität und Inclination von der Südſee aus noch volle 188 Längengrade gegen Oſten bis in die chineſiſche Dzungarei

fortſetzen zu können, und zwar $^2/_3$ dieſer Erdhälfte durch das Innere der Continente. Die Unterſchiede der Breite ſind 72° (von 60° nördlicher bis 12° ſüdlicher Breite) geweſen.

Wenn man die Richtung der einander umſchließenden iſodynamiſchen Linien (Curven gleicher Intenſität) ſorgfältig verfolgt und von den äußeren, ſchwächeren, zu den inneren, allmälig ſtärkeren, übergeht; ſo werden bei der Betrachtung der telluriſchen Kraftvertheilung des Magnetismus für jede Hemiſphäre, in ſehr ungleichen Abſtänden von den Rotations- wie von den Magnetpolen der Erde, zwei Punkte (ſeci) der Maxima der Intenſität, ein ſtärkerer und ein ſchwächerer, erkannt. Von dieſen 4 Erdpunkten liegt in der nördlichen Hemiſphäre [91] der ſtärkere (amerikaniſche) in Br. + 52° 19′ und Länge 94° 20′ W., der ſchwächere (oft der ſibiriſche genannt) in Br. + 70°? Länge 117° 40′ O., vielleicht einige Grade minder öſtlich. Auf der Reiſe von Parſchinſk nach Jakutſk fand Erman (1829) die Curve der größten Intenſität (1,742) bei Bereſowſki Oſtrow in Länge 115° 31′ O., Br. + 59° 44′ (Erman, Magnet. Beob. S. 172 und 540; Sabine in den Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 218). Von beiden Beſtimmungen iſt die des amerikaniſchen Focus, beſonders der Breite nach ſichrere, „der Länge nach wahrſcheinlich etwas zu weſtlich“. Das Oval, welches den ſtärkeren nördlichen Focus einſchließt, liegt demnach im Meridian des Weſtendes des Lake Superior, zwiſchen der ſüdlichen Extremität der Hudſonsbai und der des canadiſchen Sees Winipeg. Man verdankt dieſe Beſtimmung der wichtigen Landexpedition des ehemaligen Directors der magnetiſchen Station von St. Helena, des Artillerie-Hauptmanns Lefroy, im Jahr 1843. „Das Mittel der Lemniscate, welche den ſtärkeren und

schwächeren Focus verbindet, scheint nordöstlich von der Berings-Straße, näher dem asiatischen Focus als dem amerikanischen, zu liegen."

Als ich in der peruanischen Andeskette der südlichen Hemisphäre, in Breite — 7° 2′ und Länge 81° 8′ W., den magnetischen Aequator, die Linie, auf der die Neigung = 0 ist, zwischen Micuipampa und Caramarca (1802) durchschnitt, und von diesem merkwürdigen Punkte an die Intensität gegen Norden und Süden hin wachsen sah; so entstand in mir, da es damals und noch lange nachher an allen Vergleichungspunkten fehlte, durch eine irrige Verallgemeinerung des Beobachteten, die Meinung: daß vom magnetischen Aequator an die Magnetkraft der Erde bis nach beiden Magnetpolen ununterbrochen wachse, und daß wahrscheinlich in diesen (da, wo die Neigung = 90° wäre) das Maximum der Erdkraft liege. Wenn man zum ersten Male einem großen Naturgesetz auf die Spur kommt, so bedürfen die früh aufgefaßten Ansichten meist einer späteren Berichtigung. Sabine [95] hat durch eigene Beobachtungen (1818 bis 1822), die er in sehr verschiedenen Zonen anstellte, wie durch scharfsinnige Zusammenstellung vieler fremder (da die Schwingungs-Versuche von verticalen und horizontalen Nadeln nach und nach allgemeiner wurden) erwiesen: daß Intensität und Neigung sehr verschiedenartig modificirt werden; daß das Minimum der Erdkraft in vielen Punkten fern von dem magnetischen Aequator liege; ja daß in den nördlichsten Theilen von Canada und des arctischen Hudsonlandes, von Br. 52° ⅓ bis zum Magnetpole (Br. 70°), unter dem Meridian von ohngefähr 94° bis 95° westl. Länge, die Intensität, statt zu wachsen, abnimmt. In dem von Lefroy aufgefundenen canadischen Focus der größten Intensität in der nördlichen Hemisphäre war 1845

die Neigung der Nadel erſt 73° 7′, und in beiden Hemiſphären findet man die Maxima der Erdkraft neben vergleichungsweiſe geringer Neigung. [96]

So vortrefflich und reichhaltig auch die Fülle der Intenſitäts-Beobachtungen iſt, die wir den Expeditionen von Sir James Roß, von Moore und Clerk in den antarctiſchen Polarmeeren verdanken, ſo bleibt doch noch über die Lage des ſtärkeren und ſchwächeren Focus in der ſüdlichen Halbkugel viel Zweifel übrig. Der erſte der eben genannten Seefahrer hat die iſodynamiſchen Curven vom höchſten Werth der Intenſität mehrfach durchſchnitten, und nach einer genauen Discuſſion ſeiner Beobachtungen ſetzt Sabine den einen Focus in Br. — 64° und Länge 135° 10′ Oſt. Roß ſelbſt, in dem Bericht [97] ſeiner großen Reiſe, vermuthete den Focus in der Nähe der von d'Urville entdeckten Terre d'Adélie, alſo ungefähr in Br. — 67°, Länge 137° 40′ Oſt. Dem anderen Focus meinte er ſich zu nahen in — 60° Br. und 127° 20′ weſtlicher Länge; war aber doch geneigt denſelben viel ſüdlicher, unweit des Magnetpoles, alſo in einen öſtlicheren Meridian, zu ſetzen. [98]

Nach Feſtſetzung der Lage der 4 Maxima der Intenſität muß das Verhältniß der Kräfte ſelbſt angegeben werden. Dieſe Angaben geſchehen entweder nach dem mehrfach berührten älteren Herkommen, d. i. in Vergleich mit der Intenſität, welche ich in einem Punkte des magnetiſchen Aequators gefunden, den die peruaniſche Andeskette in Br. — 7° 2′ und Länge 81° 8′ W. durchſchneidet; oder nach den früheſten Vorſchlägen von Poiſſon und Gauß in abſoluter Meſſung. [99] Nach der relativen Scale, wenn die Intenſität auf dem eben bezeichneten Erdpunkte im magnetiſchen Aequator = 1,000 geſetzt wird, ſind, da man das Intenſitäts-Verhältniß von Paris im Jahr 1827

(Bd. IV. S. 67) zu dem von London ermittelt hat, die Intenſitäten in dieſen zwei Städten 1,348 und 1,372. Ueberſetzt man dieſe Zahlen in die *abſolute* Scale, ſo würden ſie ohngefähr 10,20 und 10,38 heißen; und die Intenſität, welche für Peru = 1,000 geſetzt worden iſt, würde nach Sabine in abſoluter Scale = 7,57 ſein: alſo ſogar noch größer als die Intenſität in St. Helena, die in derſelben abſoluten Scale = 6,4 iſt. Alle dieſe Zahlen werden noch wegen Verſchiedenheit der Jahre, in denen die Vergleichungen geſchahen, neue Veränderungen erleiden. Sie ſind in beiden Scalen, der relativen (arbitrary scale) und der, vorzuziehenden, abſoluten, nur als proviſoriſch zu betrachten; aber auch bei dem jetzigen unvollkommneren Grade ihrer Genauigkeit werfen ſie ein helles Licht auf die Vertheilung der Erdkraft: ein Element, über das man noch vor einem halben Jahrhunderte in der tiefſten Unwiſſenheit war. Sie gewähren, was kosmiſch am wichtigſten iſt, *hiſtoriſche* Ausgangspunkte für die Kraftveränderungen, welche künftige Jahrhunderte offenbaren werden, vielleicht durch Abhängigkeit der Erde von der auf ſie einwirkenden Magnetkraft der Sonne.

In der nördlichen Hemiſphäre iſt am befriedigendſten durch Lefroy die Intenſität des *ſtärkeren* canadiſchen Focus (unter Br. + 52° 19′, Länge 94° 20′ W.) beſtimmt. Es wird dieſelbe in der *relativen* Scale durch 1,878 ausgedrückt, wenn die Intenſität von London 1,372 iſt; in der *abſoluten* Scale ^{100} durch 14,21. Schon in Neu-York (Br. + 40° 42′) hatte Sabine die Magnetkraft nicht viel ſchwächer (1,803) gefunden. Für den ſchwächeren ſibiriſchen, nördlichen Focus (Br. ? + 70°, Lg. 117° 40′ O.) wird ſie von Erman in relativer Scale 1,74; von Hanſteen 1,76: d. i. in abſoluter Scale zu 13,3 angegeben. Die antarctiſche Expedition von Sir James Roß hat gelehrt,

daß der Unterschied der beiden Foci in der südlichen Hemisphäre wahrscheinlich schwächer als in der nördlichen ist, aber daß jeder der beiden südlichen Foci die beiden nördlichen an Kraft überwiegt. Die Intensität ist in dem stärkeren südlichen Focus (Br. — 64°, Lg. 135° 10′ O.) in der relativen Scale [1] wenigstens 2,06; in absoluter Scale 15,60: in dem schwächeren südlichen Focus [2] (Br. — 60°, Lg. 127° 20′ W.?), ebenfalls nach Sir James Roß, in relativer Scale 1,96; in absoluter Scale 14,90. Der größere oder geringere Abstand der beiden Foci derselben Hemisphäre von einander ist als ein wichtiges Element ihrer individuellen Stärke und der ganzen Vertheilung des Magnetismus erkannt worden. „Wenn auch die Foci der südlichen Halbkugel eine auffallend stärkere Intensität (in absolutem Maaß 15,60 und 14,90) darbieten als die Foci der nördlichen Halbkugel (14,21 und 13,30), so wird doch im ganzen die Magnetkraft der einen Halbkugel für nicht größer als die der anderen erachtet.

Ganz anders ist es aber, wenn man das Erdsphäroid in einen östlichen und westlichen Theil nach den Meridianen von 100° und 280° (Greenwicher Länge, von West nach Ost gerechnet) dergestalt schneidet: daß die östliche Hemisphäre (die mehr continentale) Südamerika, den atlantischen Ocean, Europa, Afrika und Asien fast bis zum Baikal; die westliche (die mehr oceanische und insulare) fast ganz Nordamerika, die weite Südsee, Neu-Holland und einen Theil von Ost-Asien einschließt." Die bezeichneten Meridiane liegen, der eine ohngefähr 4° westlich von Singapore, der andere 13° westlich vom Cap Horn, im Meridian selbst von Guayaquil. Alle 4 Foci des Maximums der Magnetkraft, ja die zwei Magnetpole gehören der westlichen Hemisphäre an. [3]

Adolf Erman's wichtiger Beobachtung der kleinſten Intenſität im atlantiſchen Ocean öſtlich von der braſilianiſchen Provinz Eſpiritu Santo (Br. — 20°, Lg. 37° 24′ W.) ward bereits im Naturgemälde [4] gedacht. Er fand in relativer Scale 0,7062 (in abſoluter 5,35). Dieſe Region der ſchwächſten Intenſität iſt auch auf der antarctiſchen Expedition [5] von Sir James Roß zweimal durchſchnitten worden, zwiſchen Br. — 19° und — 21°; eben ſo von Lieut. Sulivan und Dunlop auf ihrer Fahrt nach den Falklands-Inſeln. [6] Auf der iſodynamiſchen Karte des ganzen atlantiſchen Oceans hat Sabine die Curve der kleinſten Intenſität, welche Roß den Equator of less intensity nennt, von Küſte zu Küſte dargeſtellt. Sie ſchneidet das weſt-afrikaniſche Littoral von Benguela bei der portugieſiſchen Colonie Moſſamedes (Br. — 15°), hat in der Mitte des Oceans ihren concaven Scheitel in Lg. 20° 20′ W., und erhebt ſich zur braſilianiſchen Küſte bis — 20° Breite. Ob nicht nördlich vom Aequator (Br. + 10° bis 12°), etwa 20 Grade öſtlich von den Philippinen, eine andere Zone ziemlich ſchwacher Intenſität (0,97 rel. Scale) liegt, werden künftige Unterſuchungen in ein klareres Licht ſetzen.

An dem früher von mir gegebenen Verhältniß der ſchwächſten Erdkraft zur ſtärkſten, die bisher aufgefunden iſt, glaube ich nach den jetzt vorhandenen Materialien wenig ändern zu müſſen. Das Verhältniß fällt zwiſchen 1 : 2½ und faſt 1 : 3, der letzteren Zahl näher; die Verſchiedenheit der Angaben [7] entſteht daraus, daß man bald die Minima allein, bald Minima und Maxima zugleich etwas willkührlich verändert. Sabine [8] hat das große Verdienſt, zuerſt auf die Wichtigkeit des dynamiſchen Aequators (Curve der ſchwächſten Intenſität) aufmerkſam gemacht zu haben. „Dieſe Curve verbindet

die Punkte jedes geographiſchen Meridians, in denen die Erdkraft am geringſten iſt. Sie läuft in vielfachen Undulationen um den Erdkreis; zu beiden Seiten derſelben nimmt die Erdkraft gegen die höheren Breiten jeglicher Hemiſphäre zu. Sie bezeichnet dergeſtalt die Grenze zwiſchen den beiden magnetiſchen Halbkugeln auf eine noch entſchiednere Weiſe als der magnetiſche Aequator, auf welchem die Richtung der Magnetkraft ſenkrecht auf der Richtung der Schwerkraft ſteht. Für die Theorie des Magnetismus iſt alles, was ſich unmittelbar auf die Kraft bezieht, von noch größerer Wichtigkeit als, was ſich auf die Richtung der Nadel, auf ihre horizontale oder ſenkrechte Stellung, bezieht. Die Krümmungen des dynamiſchen Aequators ſind mannigfach, da ſie von Kräften abhangen, welche vier Punkte (Foci) der größten Erdkraft, unſymmetriſch und unter ſich wiederum an Stärke verſchieden, hervorbringen. Merkwürdig in dieſen Inflexionen iſt beſonders die große Convexität gegen den Südpol im atlantiſchen Ocean, zwiſchen den Küſten von Braſilien und dem Vorgebirge der guten Hoffnung."

Nimmt die Intenſität der Erdkraft in uns erreichbaren Höhen bemerkbar ab? im Inneren der Erde bemerkbar zu? Das Problem, welches dieſe Fragen zur Löſung vorlegen, iſt für Beobachtungen, die in oder auf der Erde gemacht werden, überaus complicirt: weil, um die Wirkung beträchtlicher Höhen auf Gebirgsreiſen mit einander zu vergleichen, wegen der großen Maſſe der Berge die oberen und unteren Stationen ſelten einander nahe genug liegen; weil die Natur des Geſteins und die gangartig einbrechenden, nicht ſichtbaren Mineralien, ja die nicht genugſam bekannten ſtündlichen und zufälligen Veränderungen der Intenſität bei nicht ganz gleichzeitigen Beobachtungen die Reſultate modificiren. Es wird ſo oft der Höhe (oder

Tiefe) allein zugeſchrieben, was beiden keineswegs angehört. Zahlreiche Bergwerke, welche ich in Europa, in Peru, Merico und Sibirien zu ſehr beträchtlichen Tiefen beſucht, haben mir nie Localitäten dargeboten, die irgend ein Vertrauen [9] einflößen konnten. Dazu ſollte man bei Angabe der Tiefen die perpendicularen Unterſchiede + und —, vom Meerhorizonte an gerechnet, (der eigentlichen mittleren Oberfläche des Erdſphäroids) nicht außer Acht laſſen. Die Grubenbaue zu Joachimsthal in Böhmen haben faſt 2000 Fuß abſoluter Tiefe erreicht, und gelangen doch nur zu einer Geſteinſchicht, die drittehalb-hundert Fuß über dem Meeresſpiegel liegt. [10] Ganz andere und günſtigere Verhältniſſe bieten die Luftfahrten dar. Gay-Luſſac hat ſich bis zu 21600 Fuß Höhe über Paris erhoben; alſo iſt die größte relative Tiefe, welche man in Europa mit Bohrlöchern erreicht hat, kaum $\frac{1}{11}$ jener Höhe. Meine eigenen Gebirgs-Beobachtungen zwiſchen den Jahren 1799 und 1806 haben mir die Abnahme der Erdkraft mit der Höhe im ganzen wahrſcheinlich gemacht, wenn gleich (aus den oben angeführten Störungs-Urſachen) mehrere Reſultate dieſer vermutheten Abnahme widerſprechen. Ich habe Einzelheiten aus meinen 125 Intenſitäts-Meſſungen in der Andeskette, den ſchweizer Alpen, Italien und Deutſchland ausgewählt und in einer Note [11] zuſammengeſtellt. Die Beobachtungen gehen von der Meeresfläche bis zu einer Höhe von 14960 Fuß, bis zur Grenze des ewigen Schnees; aber die größten Höhen haben mir nicht die ſicherſten Reſultate gegeben. Am befriedigendſten ſind geweſen der ſteile Abfall der Silla de Caracas, 8105 Fuß, nach der ganz nahen Küſte von La Guayra; das, gleichſam über der Stadt Bogota ſchwebende Santuario de N^tra S^ra de Guadalupe, auf einem Abſatz gegründet an ſteiler Felswand

von Kalkſtein, mit einem Höhen-Unterſchied von faſt 2000 Fuß; der Vulkan von Purace, 8200 Fuß hoch über der Plaza mayor der Stadt Popayan. Kupffer im Kaukaſus [12], Forbes in vielen Theilen von Europa, Laugier und Mauvais auf dem Canigou, Bravais und Martins auf dem Faulhorn und bei ihrem kühnen Aufenthalte ganz nahe dem Gipfel des Montblanc haben allerdings die mit der Höhe abnehmende Intenſität des Magnetismus bemerkt; ja die Abnahme ſchien nach der allgemeinen Discuſſion von Bravais ſogar ſchneller in den Pyrenäen als in der Alpenkette. [13]

Quetelet's ganz entgegengeſetzte Reſultate auf einer Reiſe von Genf nach dem Col de Balme und dem Großen Bernhard machen, zu einer endlichen und entſcheidenden Beantwortung einer ſo wichtigen Frage, es doppelt wünſchenswerth, daß man ſich von der Erdoberfläche gänzlich entferne und von dem einzigen ſicheren, ſchon im Jahre 1804 von Gay-Luſſac, erſt gemeinſchaftlich mit Biot (24 Auguſt) und dann allein (16 September), angewandten Mittel des Aëroſtats, in einer Reihe auf einander folgender Verſuche, Gebrauch mache. Oſcillationen, in Höhen von mehr als 18000 Fuß gemeſſen, können uns jedoch über die in der freien Atmoſphäre fortgepflanzte Erdkraft nur dann mit Sicherheit belehren, wenn vor und nach der Luftfahrt die Temperatur-Correction in den angewandten Nadeln auf das genaueſte ermittelt wird. Die Vernachläſſigung einer ſolchen Correction hatte aus den Verſuchen Gay-Luſſac's das irrige Reſultat ziehen laſſen, daß die Erdkraft bis 21600 Fuß Höhe dieſelbe bliebe: [14] während umgekehrt der Verſuch eine Abnahme der Kraft erwies, wegen Verkürzung der oſcillirenden Nadel in der oberen kalten Region. [15] Auch iſt Faraday's glänzende Entdeckung der paramagnetiſchen Kraft des Oxygens

bei dem Gegenſtande, welcher uns hier beſchäftigt, keineswegs außer Acht zu laſſen. Der große Phyſiker macht ſelbſt darauf aufmerkſam, daß in den hohen Schichten der Atmoſphäre die Abnahme der Intenſität gar nicht bloß in der Entfernung von der Urquelle der Kraft (dem feſten Erdkörper) zu ſuchen ſei; ſondern daß ſie eben ſo gut von dem ſo überaus verdünnten Zuſtande der Luft herrühren könne, da die Quantität des Oxygens in einem Cubikfuß atmoſphäriſcher Luft oben und unten verſchieden ſei. Mir ſcheint es indeß, daß man zu nicht mehr berechtigt ſei als zu der Annahme: daß die mit der Höhe und Luftverdünnung abnehmende paramagnetiſche Eigenſchaft des ſauerſtoffhaltigen Theils der Atmoſphäre für eine mitwirkend modificirende Urſach angeſehen werden müſſe. Veränderungen der Temperatur und der Dichtigkeit durch aufſteigende Luftſäume verändern dann wiederum ſelbſt das Maaß dieſer Mitwirkung.[35] Solche Störungen nehmen einen variablen und recht eigentlich localen Charakter an, wirken im Luftkreiſe wie die Gebirgsarten auf der Oberfläche der Erde. Mit jedem Fortſchritt, deſſen wir uns in der Analyſe der gasartigen Umhüllung unſeres Planeten und ihrer phyſiſchen Eigenſchaften zu erfreuen haben, lernen wir gleichzeitig neue Geſetzen in dem wechſelnden Zuſammenwirken der Kräfte kennen: Geſetzen, die zu größerer Vorſicht in den Schlußfolgen mahnen.

Die Intenſität der Erdkraft, an beſtimmten Punkten der Oberfläche unſres Planeten gemeſſen, hat, wie alle Erſcheinungen des telluriſchen Magnetismus, ihre ſtündlichen und auch ihre ſecularen Variationen. Die erſteren wurden auf Parry's dritter Reiſe von dieſem verdienſtvollen Seefahrer und vom Lieutenant Foſter (1825) in Port Bowen deutlich erkannt. Die Zunahme der Intenſität vom Morgen zum Abend iſt in

den mittleren Breiten ein Gegenſtand der ſorgfältigſten Unterſuchungen geweſen von Christie[17], Arago, Hanſteen, Gauß und Kupffer. Da horizontale Schwingungen mit der jetzigen großen Vollkommenheit der Neigungs-Nadeln den Schwingungen dieſer vorzuziehen ſind, ſo iſt die ſtündliche Variation der totalen Intenſität nicht ohne die genaueſte Kenntniß von der ſtündlichen Variation der Neigung zu erhalten. Die Errichtung von magnetiſchen Stationen in der nördlichen und ſüdlichen Hemiſphäre hat den großen Vortheil gewährt die allerzahlreichſten und zugleich auch die allerſicherſten Reſultate zu liefern. Es genügt hier zwei Erdpunkte[18] auszuwählen, „die, beide außerhalb der Tropen, dieſſeits und jenſeits des Aequators faſt in gleicher Breite liegen: Toronto in Canada + 43° 39′, Hobarton auf Van Diemen — 42° 53′; bei einem Längen-Unterſchiede von ohngefähr 15 Stunden. Die gleichzeitigen ſtündlichen Beobachtungen des Magnetismus gehören in Einer Station den Wintermonaten an, wenn ſie in der anderen in die Sommermonate fallen. Was in der einen am Tage gemeſſen wird, gehört in der anderen meiſt der Nacht zu. Die Abweichung iſt in Toronto weſtlich 1° 33′, in Hobarton öſtlich 9° 57′; Inclination und Intenſität ſind einander ähnlich: erſtere in Toronto gegen Norden (75° 15′), in Hobarton gegen Süden (70° 34′) geneigt; letztere (die ganze Erdkraft) iſt in Toronto in abſoluter Scale 13,90; in Hobarton 13,56. Unter dieſen zwei ſo wohl ausgewählten Stationen zeigt[19] nach Sabine's Unterſuchung die in Canada für die Intenſität vier, die auf Van Diemen nur zwei Wendepunkte. In Toronto hat nämlich die Variation der Intenſität ein Haupt-Maximum um 6 Uhr und ein Haupt-Minimum um 14 Uhr; ein ſchwächeres, ſecundäres Maximum um 20 Uhr, ein ſchwächeres, ſecundäres Minimum um 22 Uhr.

Dagegen befolgt der Gang der Intenſität in Hobarton die einfache Progreſſion von einem Maximum zwiſchen 5 und 6 Uhr zu einem Minimum zwiſchen 20 und 21 Uhr, wenn gleich die Inclination dort wie in Toronto ebenfalls 4 Wendepunkte hat.[20] Durch die Vergleichung der Inclinations-Variationen mit denen der horizontalen Kraft iſt ergründet worden, daß in Canada in den Wintermonaten, wenn die Sonne in den ſüdlichen Zeichen ſteht, die ganze Erdkraft ſtärker iſt als in den Sommermonaten derſelben Hemiſphäre; eben ſo iſt auf Van Diemen's Land die Intenſität (d. h. die ganze Erdkraft) ſtärker als der mittlere Jahreswerth vom October bis Februar im Sommer der ſüdlichen Hemiſphäre, ſchwächer vom April zum Auguſt. Nicht Unterſchiede der Temperatur, ſondern der geringere Abſtand des magnetiſchen Sonnenkörpers von der Erde bewirken nach Sabine[21] dieſe Verſtärkung des telluriſchen Magnetismus. In Hobarton iſt die Intenſität im dortigen Sommer in abſoluter Scale 13,574; im dortigen Winter 13,543. Die ſeculare Veränderung der Intenſität iſt bis jetzt nur auf eine kleine Zahl von Beobachtungen gegründet. In Toronto ſcheint ſie von 1845 bis 1849 einige Abnahme erlitten zu haben. Die Vergleichung meiner Beobachtungen mit denen von Rudberg in den Jahren 1806 und 1832 giebt für Berlin daſſelbe Reſultat.[22]

Inclination.

Die Kenntniß der iſokliniſchen Curven (Linien gleicher Inclination), wie die der ſie beſtimmenden, ſchnelleren oder langſameren, Zunahme der Inclination von dem magnetiſchen Aequator an, wo die Inclination = 0 iſt, bis zu dem nördlichen und ſüdlichen Magnetpole, wo die horizontale Kraft

verſchwindet, hat beſonders in der neueren Zeit an Wichtigkeit noch dadurch gewonnen, daß das Element der totalen magnetiſchen Erdkraft aus der mit überwiegender Schärfe zu meſſenden horizontalen Intenſität nicht ohne eine genaue Kunde der Inclination abgeleitet werden kann. Die Kunde von der geographiſchen Lage des einen und des anderen Magnetpoles verdankt man den Beobachtungen und der wiſſenſchaftlichen Thätigkeit eines und deſſelben kühnen Seefahrers, Sir James Roß: im Norden während der zweiten Expedition[23] ſeines Onkels Sir John Roß (1829—1833), im Süden während der von ihm ſelbſt befehligten antarctiſchen Expedition (1839—1843). Der nördliche Magnetpol (Br. + 70° 5′, Lg. 99° 5′ W.) iſt fünf Breitengrade entfernter von dem Rotations-Pol der Erde als der ſüdliche (Br. — 75° 5′, Lg. 151° 48′ O.); auch hat der ſüdliche Magnetpol 109° mehr weſtliche Länge vom Meridian von Paris als der nördliche Magnetpol. Letzterer gehört der großen, dem amerikaniſchen Continent ſehr genäherten Inſel Boothia Felix, einem Theile des von Cap. Parry früher North Somerſet genannten Landes, an. Er liegt wenig ab von der weſtlichen Küſte von Boothia Felix, unfern des Vorgebirges Adelaide, das in King William's Sea und Victoria Street vortritt.[24] Den ſüdlichen Magnetpol hat man nicht unmittelbar, wie den nördlichen, erreichen können. Am 17 Febr. 1841 war der Erebus bis Br. — 76° 12′ und Lg. 161° 40′ Oſt gelangt; die Inclination war aber erſt 88° 40′: man glaubte ſich alſo noch an 160 engliſche Seemeilen von dem ſüdlichen Magnetpole entfernt.[25] Viele und genaue Declinations-Beobachtungen (die Interſection der magnetiſchen Meridiane beſtimmend) machen es ſehr wahrſcheinlich, daß der Süd-Magnetpol im Inneren des großen antarctiſchen Polarlandes South Victoria Land gelegen

iſt; weſtlich von den Prince Albert Mountains, die ſich dem Südpol nähern und an den, über 11600 Fuß hohen, brennenden Vulkan Erebus anſchließen.

Der Lage und Geſtalt-Veränderung des magnetiſchen Aequators: der Linie, auf welcher die Neigung null iſt, wurde ſchon im Naturgemälde (Kosmos Bd. I. S. 190 bis 192 und 431) ausführlich gedacht. Die früheſte Beſtimmung des afrikaniſchen Knotens (der Durchkreuzung des geographiſchen und magnetiſchen Aequators) geſchah von Sabine [26] in dem Anfang ſeiner Pendel-Expedition 1822; ſpäter (1840) hat derſelbe Gelehrte, die Beobachtungen von Duperrey, Allen, Dunlop und Sulivan zuſammenſtellend, eine Karte des magnetiſchen Aequators [27] von der afrikaniſchen Weſtküſte von Biafra an (Br. + 4°, Lg. 7° 10′ öſtl.), durch das atlantiſche Meer und Braſilien (Br. — 16°, zwiſchen Porto Seguro und Rio Grande) bis zu dem Punkte entworfen, wo ich, der Südſee nahe, auf den Cordilleren die nördliche Neigung habe in eine ſüdliche übergehen ſehen. Der afrikaniſche Knoten, als Durchſchnittspunkt beider Aequatoren, lag 1837 in 0° 40′ öſtlicher Länge; 1825 war er gelegen in 4° 35′ O. Die ſeculare Bewegung des Knotens, ſich entfernend von der 7000 Fuß hohen baſaltiſchen Inſel St. Thomas, war alſo etwas weniger als ein halber Grad im Jahre gegen Weſten: wodurch dann an der afrikaniſchen Küſte die Linie ohne Neigung ſich gegen Norden wendete, während ſie an der braſilianiſchen Küſte gegen Süden herabſank. Der convexe Scheitel der magnetiſchen Aequatorial-Curve bleibt gegen den Südpol gerichtet, und entfernt ſich im atlantiſchen Ocean im Maximum 16° vom geographiſchen Aequator. Im Inneren von Südamerika, in der Terra incognita von Matto Groſſo, zwiſchen

den großen Flüſſen Xingu, Madera und Ucayale, fehlen alle Inclinations-Beobachtungen, bis zu der Andeskette. Auf dieſer, 17 geographiſche Meilen öſtlich von der Küſte der Südſee, zwiſchen Montan, Micuipampa und Caramarca, habe ich die Lage des gegen NW anſteigenden magnetiſchen Aequators aſtronomiſch beſtimmt [28] (Br. — 7° 2′, Lg. 81° 8′ W.).

Die vollſtändigſte Arbeit, welche wir über die Lage des magnetiſchen Aequators beſitzen, iſt die von meinem vieljährigen Freunde Duperrey für die Jahre 1823—1825. Er hat auf ſeinen Weltumſeglungen ſechsmal den Aequator durchſchnitten, und faſt in einer Länge von 220° denſelben nach eigenen [29] Beobachtungen darſtellen können. Die zwei Knoten liegen nach Duperrey's Karte des magnetiſchen Aequators: der eine in Lg. 3°½ O. (in dem atlantiſchen Ocean), der andere in Lg. 175° O. (in der Südſee, zwiſchen den Meridianen der Viti- und Gilbert-Inſeln). Wenn der magnetiſche Aequator, wahrſcheinlich zwiſchen Punta de la Aguja und Payta, die Weſtküſte des ſüdamerikaniſchen Continents verlaſſen hat, ſo nähert er ſich in Weſten immer mehr dem geographiſchen Aequator, ſo daß er im Meridian der Inſelgruppe von Mendaña nur noch um 2° von dieſem entfernt [30] iſt. Auch um 10° weſtlicher, in dem Meridian, welcher durch den weſtlichſten Theil der Paumotu-Inſeln (Low Archipelago) geht, in Lg. 151°½, fand Cap. Wilkes 1840 die Breiten-Entfernung vom geographiſchen Aequator ebenfalls noch zwei volle Grade. [31] Die Interſection (der Knoten in der Südſee) liegt nicht um 180° von dem atlantiſchen Knoten entfernt, nicht in 176°½ weſtlicher Länge; ſondern erſt in dem Meridian der Viti-Gruppe, ohngefähr in Lg. 175° Oſt, d. i. 185° Weſt. Wenn man alſo von der Weſtküſte Afrika's durch

Südamerika gegen Weſten fortſchreitet, ſo findet man in dieſer Richtung die Entfernung der Knoten von einander um $8^{0}\frac{1}{2}$ zu groß; — ein Beweis, daß die Curve, mit der wir uns hier beſchäftigen, kein *größter* Kreis iſt.

Nach den vortrefflichen und vielumfaſſenden Beſtimmungen des Cap. Elliot (1846—1849), welche zwiſchen den Meridianen von Batavia und Ceylon mit denen von Jules de Bloſſeville (*Kosmos* Bd. IV. S. 64) merkwürdig übereinſtimmen, geht der magnetiſche Aequator durch die Nordſpitze von Borneo, und faſt genau von Oſten nach Weſten in die Nordſpitze von Ceylon (Br. $+ 9^{0}\frac{3}{4}$). Die Curve vom Minimum der Totalkraft läuft dieſem Theile des magnetiſchen Aequators faſt parallel.[32] Letzterer tritt in den weſt-afrikaniſchen Continent ſüdlich vom Vorgebirge Gardafui ein. Dieſer wichtige Punkt des Eintretens iſt durch Rochet d'Héricourt auf ſeiner zweiten abyſſiniſchen Expedition (1842—1845) und durch die ſcharfſinnige Discuſſion[33] der magnetiſchen Beobachtungen dieſes Reiſenden mit beſonderer Genauigkeit beſtimmt worden. Er liegt ſüdlich von Gaubade, zwiſchen Angolola und Angobar, der Hauptſtadt des Königreichs Schoa, in Br. $+ 10^{0}$ 7′ und Lg. 38^{0} 51′ O. Der Verlauf des magnetiſchen Aequators im Inneren von Afrika, von Angobar bis zum Buſen von Biafra, iſt eben ſo unerforſcht als der im Inneren von Südamerika öſtlich von der Andeskette und ſüdlich von dem *geographiſchen* Aequator. Beide Continental-Räume ſind ſich von O nach W ohngefähr an Größe gleich, zuſammen von 80 Längengraden: ſo daß faſt $\frac{1}{4}$ des Erdkreiſes aller magnetiſchen Beobachtung bis jetzt entzogen iſt. Meine eigenen Inclinations- und Intenſitäts-Beobachtungen im ganzen *Inneren* von Südamerika (von Cumana bis zum Rio Negro, wie von

Cartagena de Indias bis Quito) haben nur die tropiſche Zone nördlich vom geographiſchen Aequator, und von Quito an bis Lima in der ſüdlichen Hemiſphäre nur die dem weſtlichen Littoral nahe Gegend umfaßt.

Die Translation des afrikaniſchen Knotens gegen Weſten von 1825 bis 1837, die wir ſchon oben bezeichnet haben, wird bekräftigt an der Oſtküſte von Afrika durch Vergleichung der Inclinations-Beobachtungen von Panton im Jahr 1776 mit denen von Rochet d'Héricourt. Dieſer fand den magnetiſchen Aequator viel näher der Meerenge von Bab-el-Mandeb, nämlich 1° ſüdlich von der Inſel Socotora, in 8° 40′ nördl. Breite. Es war alſo in der Breite allein eine Veränderung von 1° 27′ für 49 Jahre; dagegen war die Veränderung in der Länge von Arago und Duperrey in derſelben Zeit als Bewegung der Knoten von Oſten gegen Weſten auf 10° angeſchlagen worden. Die Säcular-Variation der Knoten des magnetiſchen Aequators iſt an der öſtlichen Küſte von Afrika gegen das indiſche Meer hin der Richtung nach ganz wie an der weſtlichen geweſen. Die Quantität der Bewegung aber erheiſcht noch genauere Reſultate.

Die Periodicität der Veränderungen in der magnetiſchen Inclination, deren Exiſtenz ſchon früher bemerkt worden war, iſt mit Beſtimmtheit und in ihrem ganzen Umfange erſt ſeit ohngefähr 12 Jahren, ſeit Errichtung der britiſchen magnetiſchen Stationen in beiden Hemiſphären, feſtgeſtellt worden. Arago, dem die Lehre vom Magnetismus ſo viel verdankt, hatte allerdings ſchon im Herbſte 1827 erkannt: „daß die Neigung größer iſt Morgens um 9 Uhr als den Abend um 6 Uhr; während die Intenſität der Magnetkraft, gemeſſen durch die Schwingungen einer horizontalen Nadel, ihr

Minimum in der erſten und ihr Maximum in der zweiten Epoche erreicht.“ [34] In den britiſchen magnetiſchen Stationen ſind dieſer Gegenſatz und der periodiſche Gang der ſtündlichen Neigungs-Veränderung durch mehrere tauſend regelmäßig fortgeführte Beobachtungen und ihre mühevolle Discuſſion ſeit 1840 feſt begründet worden. Es iſt hier der Ort die erhaltenen Thatſachen, Fundamente einer allgemeinen Theorie des Erd-Magnetismus, neben einander zu ſtellen. Vorher muß aber bemerkt werden, daß, wenn man die räumlich zu erkennenden periodiſchen Schwankungen der drei Elemente des telluriſchen Magnetismus im ganzen betrachtet, man mit Sabine in den Wendeſtunden, in denen die Maxima oder Minima eintreten, (turning hours) zu unterſcheiden hat zwiſchen zwei größeren und darum wichtigen Extremen und anderen, gleichſam dazwiſchen eingeſchalteten, meiſtentheils nicht minder regelmäßigen, kleinen Schwankungen. Die wiederkehrenden Bewegungen der Inclinations- und Declinations-Nadel, wie die Veränderung in der Intenſität der Totalkraft bieten daher dar: Haupt- und ſecundäre Maxima oder Minima, meiſt beide Arten zugleich: alſo eine doppelte Progreſſion, mit 4 Wendeſtunden (der gewöhnliche Fall); und eine einfache Progreſſion, mit 2 Wendeſtunden, d. h. mit einem einzigen Maximum und einem einzigen Minimum. Letzteres z. B. iſt der Gang der Intenſität (total force) in Van Diemen's Land, neben einer doppelten Progreſſion der Inclination: während an einem Orte der nördlichen Hemiſphäre, welcher der Lage von Hobarton genau entſpricht, zu Toronto in Canada, beide Elemente, Intenſität und Inclination, eine doppelte Progreſſion befolgen. [35] Auch am Vorgebirge der guten Hoffnung giebt es nur Ein Maximum und Ein Minimum

der Inclination. Die ſtündlichen periodiſchen Variationen der magnetiſchen Neigung ſind:

I. Nördliche Hemiſphäre:

Greenwich: Mar. 21ᵘ, Min. 3ᵘ (Airy Observ. in 1845 p. 21, in 1846 p. 113, in 1847 p. 247); Incl. im zuletzt genannten Jahre um 21ᵘ im Mittel 68° 59′,3, um 3ᵘ aber 68° 58′,6. In der monatlichen Variation fällt das Mar. in April—Juni, das Min. in Oct.—Dec.

Paris: Mar. 21ᵘ, Min. 6ᵘ. Die Einfachheit der Progreſſion von Paris und Greenwich wiederholt ſich am Vorgebirge der guten Hoffnung.

Petersburg: Mar. 20ᵘ, Min. 10ᵘ; Variation der Incl. wie in Paris, Greenwich und Peking: in kalten Monaten geringer; Mar. feſter an die Stunde gebunden als Min.

Toronto (Canada): Haupt-Mar. 22ᵘ, Haupt-Min. 4ᵘ, ſecund. Mar. 10ᵘ, ſecund. Min. 18ᵘ (Sabine Tor. 1840—1842 Vol. I. p. LXI).

II. Südliche Hemiſphäre:

Hobarton (Inſel Van Diemen): Haupt-Min. 18ᵘ, Haupt-Mar. 23ᵘ½; ſecund. Min. 5ᵘ, ſecund. Mar. 10ᵘ (Sabine Hob. Vol. I. p. LXVII). Die Inclination iſt größer im Sommer, wenn die Sonne in den ſüdlichen Zeichen ſteht: 70° 36′,74; kleiner im Winter, wenn die Sonne in den nördlichen Zeichen verweilt: 70° 34′,66; ſechsjähriges Mittel des ganzen Jahres: 70° 36′,01 (Sabine Hob. Vol. II. p. XLIV). Eben ſo iſt zu Hobarton die Intenſität der Totalkraft größer von Oct. zu Febr. als von April zu Auguſt (p. XLVI).

Vorgebirge der guten Hoffnung: einfache Progreſſion Min. 0ᵘ 34′, Mar. 8ᵘ 34′; mit überaus kleiner Zwiſchenſchwankung zwiſchen 19ᵘ und 21ᵘ (Sabine Cape Obs. 1841—1850 p. LIII).

Die hier angegebenen Erſcheinungen der Wechſelſtunden des Maximums der Inclinationen, in der Zeit des Orts ausgedrückt, ſtimmen unter ſich in der nördlichen Hemiſphäre zu Toronto, Paris, Greenwich und Petersburg merkwürdig zwiſchen

20 und 22 Uhr (Morgens) überein; auch die Minima der Wechſelſtunden fallen, wenn gleich minder genähert (4, 6 und 10 Uhr), doch alle auf den Nachmittag oder Abend. Um ſo auffallender iſt es, daß in den 5 Jahren ſehr genauer Beobachtungen von Greenwich ein Jahr (1845) die Epochen der Max. und Min. entgegengeſetzt eintraten. Das Jahresmittel der Neigung war um 21^u: 68^0 56′,8 und um 3^u: 68^0 58′,1.

Wenn man die der geographiſchen Lage nach dieſſeits und jenſeits des Aequators ſich entſprechenden Stationen Toronto und Hobarton vergleicht, ſo bemerkt man für Hobarton große Verſchiedenheit in der Wendeſtunde des Haupt-Min. der Inclination (4 Uhr Nachmittags und 6 Uhr Morgens), aber keineswegs in der Wendeſtunde des Haupt-Max. (22^u und $23^u\,1/2$). Auch die Stunde (18^u) des Haupt-Min. von Hobarton findet ſich wieder in der Stunde des ſecundären Min. von Toronto. Die Maxima bleiben an beiden Orten an dieſelben Stunden (22^u — $23^u\,1/2$ und 10^u) in Haupt- und ſecundären Max. gebunden. Die vier Wendeſtunden der Inclination finden ſich demnach faſt genau wieder (4 oder 5, 10, 18 und 22 oder 23½) in Toronto wie in Hobarton, nur in anderer Bedeutung. Dieſe complicirte Wirkung innerer telluriſcher Kräfte iſt ſehr beachtenswerth. Vergleicht man dagegen Hobarton und Toronto in Hinſicht auf die Folge der Wendeſtunden der Intenſitäts- und Inclinations-Veränderungen, ſo ergiebt ſich: daß am erſteren Orte, in der ſüdlichen Hemiſphäre, das Min. der Total-Intenſität dem Haupt-Min. der Inclination nur um 2 Stunden nachfolgt, während die Verſpätung im Max. 6 Stunden beträgt; daß aber in der nördlichen Hemiſphäre, zu Toronto, das Min. der Intenſität dem Haupt-Max. der

Inclination um 8 Stunden vorausgeht, während das Max. der Intenſität nur um 2 Stunden von dem Min. der Inclination verſchieden iſt.[36]

Die Periodicität der Inclination am Vorgebirge der guten Hoffnung ſtimmt weder mit Hobarton, das in derſelben Hemiſphäre liegt, noch mit einem Punkte der nördlichen Hemiſphäre überein. Das Minimum der Inclination tritt ſogar zu einer Stunde ein, in welcher die Nadel in Hobarton faſt das Maximum erreicht.

Zur Beſtimmung der ſecularen Variation der Inclination gehört eine ſich gleich bleibende Genauigkeit der Beobachtung in einer langen Zwiſchenzeit. Bis zu Cook's Weltumſeglung iſt z. B. nicht mit Gewißheit hinaufzuſteigen, da, wenn gleich auf der dritten Reiſe die Pole immer umgekehrt wurden, zwiſchen dem großen Seefahrer und Bayley in der Südſee oft Unterſchiede von 40 bis 54 Minuten bemerkt werden: was wahrſcheinlich der damals ſo unvollkommenen Conſtruction der Nadel und dem Mangel ihrer freien Bewegung zuzuſchreiben iſt. Für London geht man ungern über Sabine's Beobachtung vom Aug. 1821 hinaus: die, verglichen mit der vortrefflichen Beſtimmung von James Roß, Sabine und For im Mai 1838, eine jährliche Abnahme von 2′,73 ergab: während Lloyd mit eben ſo genauen Inſtrumenten, aber in kürzerer Zwiſchenzeit ſehr übereinſtimmend 2′,38 in Dublin gefunden hatte.[37] In Paris, wo ebenfalls die jährliche Verminderung der Inclination ſich im Abnehmen befindet, iſt die Verminderung größer als in London. Die von Coulomb angegebenen, ſehr ſcharfſinnigen Methoden die Neigung zu beſtimmen hatten dort freilich den Erfinder zu irrigen Reſultaten geführt. Die erſte Beobachtung, welche mit einem vollkommenen Inſtrumente von

Le Noir auf dem Obſervatorium zu Paris angeſtellt wurde, iſt von 1798. Ich fand damals nach mehrmaliger Wiederholung gemeinſchaftlich mit dem Chevalier Borda 69° 51′,0; im Jahr 1810 mit Arago 68° 50′,2; im Jahr 1826 mit Mathieu 67° 56′,7. Im Jahre 1841 fand Arago 67° 9′,0; im Jahr 1851 fanden Laugier und Mauvais 66° 35′: immer nach gleicher Methode und mit gleichen Inſtrumenten. Die ganze Periode, größer als ein halbes Jahrhundert (1798—1851), giebt eine mittlere jährliche Verminderung der Inclination zu Paris von 3′,69. Die Zwiſchen-Epochen ſind geweſen:

von 1798—1810	zu	5′,08
1810—1826		3,37
1826—1841		3,13
1841—1851		3,40.

Die Abnahme hat ſich zwiſchen 1810 und 1826 auffallend verlangſamt, doch nur allmälig; denn eine Beobachtung von Gay-Luſſac, die er 1806 bei ſeiner Rückreiſe von Berlin, wohin er mich nach unſerer italiäniſchen Reiſe begleitet hatte, mit vieler Genauigkeit anſtellte (69° 12′), gab noch ſeit 1798 eine jährliche Verminderung von 4′,87. Je näher der Knoten des magnetiſchen Aequators in ſeiner ſecularen Bewegung von O nach W dem Meridian von Paris kommt, deſto mehr ſcheint ſich die Abnahme zu verlangſamen: in einem halben Jahrhundert von 5′,08 bis 3′,40. Ich habe kurz vor meiner ſibiriſchen Expedition (April 1829) in einer der Berliner Akademie vorgelegten Abhandlung [38] vergleichend die Punkte zuſammengeſtellt, an denen ich ſelbſt, wie ich glauben darf, immer mit gleicher Sorgfalt, beobachtet habe. Sabine hat volle 25 Jahre nach mir Inclination und Intenſität in der Havana gemeſſen, was für dieſe Tropengegend ſchon eine beträchtliche

Zwiſchenzeit darbietet, und die Variation von zwei wichtigen Elementen beſtimmt. In einer ausgezeichneten, mehr umfaſſenden Arbeit als die meinige hat Hanſteen (1831) die jährliche Variation der Neigung in beiden Hemiſphären[39] unterſucht.

Während die Beobachtungen von Sir Eduard Belcher im J. 1838, mit den meinigen vom J. 1803 verglichen (ſ. oben S. 72), längs der Weſtküſte von Amerika zwiſchen Lima, Guayaquil und Acapulco beträchtliche Veränderungen der Inclination andeuten (je länger die Zwiſchenzeit iſt, deſto größeren Werth haben die Reſultate); iſt an anderen Punkten der Südſee die ſeculare Veränderung der Neigung von der auffallendſten Langſamkeit geweſen. In Otaheiti fand 1773 Bayley 29° 43′, Fitzroy 1835 noch 30° 14′, Cap. Belcher 1840 wieder 30° 17′; alſo war in 67 Jahren die mittlere jährliche Veränderung[40] kaum 0′,51. Auch im nördlichen Aſien hat ein ſehr ſorgfältiger Beobachter, Herr Sawelieff, (22 Jahre nach meinem Aufenthalte in jenen Gegenden) auf einer Reiſe, die er von Caſan nach den Ufern des caſpiſchen Meeres machte, die Inclination, nördlich und ſüdlich vom Parallel von 50°, ſehr ungleich verändert gefunden[41]:

	Humboldt 1829		Sawelieff 1851	
Caſan . . .	68°	26′,7	68°	30′,8
Saratow . .	64	40,9	64	48,7
Sarepta . .	62	15,9	62	39,6
Aſtrachan . .	59	58,3	60	27,9.

Für das Vorgebirge der guten Hoffnung beſitzt man jetzt eine lange und, wenn man nicht weiter als von Sir James Roß und du Petit Thouars (1840) bis Vancouver (1791)

aufſteigt, eine ſehr befriedigende, faſt 50jährige Reihe von Inclinations-Beobachtungen.[42]

Die Löſung der Frage, ob die Erhöhung des Bodens als ſolche einen mit Sicherheit bemerkbaren Einfluß auf magnetiſche Neigung und Intenſität[43] ausübt, iſt während meiner Gebirgsreiſen in der Andeskette, im Ural und Altai für mich ein Gegenſtand ſorgfältiger Prüfung geweſen. Ich habe ſchon in dem Abſchnitt von der Intenſität bemerkt, wie leider nur ſo wenige Localitäten über dieſe Frage einige Gewißheit verbreiten können: weil die Entfernung der zu vergleichenden Punkte von einander gering genug ſein muß, um den Verdacht zu entfernen, der gefundene Unterſchied der Inclination ſei nicht Folge der Boden-Erhebung, ſondern Folge der Krümmung in den iſodynamiſchen und iſokliniſchen Curven, oder einer großen Heterogeneität der Gebirgsart. Ich werde mich auf die Angabe von 4 Hauptreſultaten beſchränken, von denen ich bereits an Ort und Stelle glaubte, daß ſie mit mehr Entſchiedenheit, als die Intenſitäts-Beobachtungen darbieten, den vermindernden Einfluß der Höhe des Standorts auf die Neigung der Nadel kenntlich machen:

Die Silla de Caracas, welche ſich über die Meeresküſte von La Guayra 8100 Fuß faſt ſenkrecht erhebt, in großer Nähe ſüdlich von der Küſte, nördlich von der Stadt Caracas: Incl. 41°,90; La Guayra: Höhe 10 F., Incl. 42°,20; Stadt Caracas: Höhe am Ufer des Rio Guayre 2484 F., Incl. 42°,95. (Humboldt, Voy. aux Rég. équinox. T. I. p. 612.)

Santa Fé de Bogota: Höhe 8196 F., Incl. 27°,15; Capelle de Nuestra Señora de Guadalupe, über der Stadt an einer Felswand hangend: Höhe 10128 F., Incl. 26°,80.

Popayan: Höhe 5466 F., Incl. 23°,25; Gebirgsdorf Purace am Abhange des Vulkans: Höhe 8136 F., Incl. 21°,80; Gipfel des Vulkans von Purace: Höhe 13650 F., Incl. 20°,30.

Quito: Höhe 8952 F., Incl. 14°,85; San Antonio de Lulumbamba, wo der geographiſche Aequator das heiße Thal durchſchneidet: Höhe des Thalbodens 7650 F., Incl. 16°,02. — Alle vorgenannte Inclinationen ſind in Centeſimal-Graden angegeben.

Ich möchte aus meinen Beobachtungen nicht auch das Gotthard-Hoſpiz (6650 F.): Incl. 66° 12′; verglichen mit Airolo (3502 F.): Incl. 66° 54′, und Altorf: Incl. 66° 55′, anführen; nicht die ſcheinbar widerſprechenden: Lans le Bourg Incl. 66°,9, das Hoſpiz des Mont Cenis (6358 F.) Incl. 66° 22′ und Turin (707 F.) Incl. 66° 3′; oder Neapel, Portici und den Kraterrand des Veſuvs; oder in Böhmen den Gipfel des Großen Miliſchauer (Phonolith!) Incl. 67° 53′ 5″, Tepliz Incl. 67° 19′,5 und Prag Incl. 66° 47′,6: wegen der Größe der relativen Entfernungen und des Einfluſſes der nahen Gebirgsarten.[44] Gleichzeitig mit der Reihe vortrefflicher und im größten Detail publicirter Beobachtungen der horizontalen Intenſität, welche 1844 Bravais in Begleitung von Martins und Lepileur vergleichend auf 35 Stationen, unter denen die Gipfel des Montblanc (14809 F.), des Großen Bernhards (7848 F.) und des Faulhorns (8175 F.) waren, angeſtellt hat; machten dieſelben Phyſiker auch auf dem Grand Plateau des Montblanc (12097 F.) und in Chamonix (3201 F.) Inclinations-Verſuche. Wenn die Vergleichung dieſer Reſultate einen vermindernden Einfluß der Erhebung des Bodens auf die magnetiſche Neigung anzeigte, ſo gaben Beobachtungen vom Faulhorn und von Brienz (1754 F.) dagegen eine mit der Höhe zunehmende Inclination. Beide Claſſen der Unterſuchung, für horizontale Intenſität und Inclination, führten zu keiner befriedigenden Löſung der Probleme. (Bravais, sur l'intensité du Magnétisme terrestre en France, en

Suisse et en Savoie in den Annales de Chimie et de Physique 3ème Série T. 18. 1846 p. 225.) In einem Manuſcript von Borda über ſeine Expedition nach den canariſchen Inſeln im Jahr 1776, welches in Paris im Dépôt de la Marine aufbewahrt wird und deſſen Mittheilung ich dem Admiral Roſily verdankte, habe ich den Beweis aufgefunden, daß Borda den erſten Verſuch gemacht den Einfluß einer großen Höhe auf die Inclination zu unterſuchen. Er hat auf dem Gipfel des Pics von Teneriffa die Inclination um $1^0\ 15'$ größer als im Hafen von Santa Cruz gefunden: gewiß eine Folge localer Attractionen der Laven, wie ich ſie ſo oft am Veſuv und an amerikaniſchen Vulkanen beobachtet habe. (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 116, 277 und 288.)

Um zu prüfen, ob wohl, wie die Höhen, ſo auch die tiefen, inneren Räume des Erdkörpers auf die Inclination wirken, habe ich bei einem Aufenthalte in Freiberg im Juli 1828 mit aller Sorgfalt, deren ich fähig bin, und mit jedesmaliger Umkehrung der Pole einen Verſuch in einem Bergwerke angeſtellt, in welchem nach genauer Prüfung das Geſtein, der Gneis, keine Wirkung auf die Magnetnadel äußerte. Die Saigerteufe unter der Oberfläche war 802 Fuß, und der Unterſchied zwiſchen der unterirdiſchen Inclination und der an einem Punkte, welcher genau „am Tage" darüber lag, freilich nur $2',06$; aber bei der Umſicht, mit der ich verfuhr, laſſen mich die in der Note [45] angeführten Reſultate jeder einzelnen Nadel doch glauben, daß in der Grube (dem Churprinz) die Inclination größer iſt als auf der Oberfläche des Gebirges. Möchte ſich doch Gelegenheit finden, da, wo man die Ueberzeugung erhalten kann, daß das Queergeſtein örtlich unwirkſam

iſt, meinen Verſuch mit Sorgfalt in Bergwerken zu wiederholen, welche wie die Valenciana bei Guanaruato (Merico) 1582 F., wie engliſche Kohlengruben über 1800 F., und der jetzt verſchüttete Eſelsſchacht [6] bei Kuttenberg in Böhmen 3545 F. ſenkrechte Tiefe haben!

Nach einem ſtarken Erdbeben in Cumana am 4 November 1799 fand ich die Inclination um 90 Centeſimal-Minuten (faſt einen vollen Grad) verringert. Die Umſtände, unter denen ich dieſes Reſultat erhielt und die ich an einem anderen Orte [47] genau entwickelt habe, bieten keinen befriedigenden Grund zu der Annahme eines Irrthums dar. Kurz nach meiner Landung in Cumana hatte ich die Inclination 43°,53 (Centeſ.) gefunden. Der Zufall, wenige Tage vor dem Erdbeben in einem ſonſt ſchätzbaren ſpaniſchen Werke, Mendoza's Tratado de Navegacion T. II. p. 72, die irrige Meinung ausgeſprochen zu finden, daß die ſtündlichen und monatlichen Veränderungen der Inclination ſtärker als die der Abweichung wären, hatte mich veranlaßt eine lange Reihe ſorgfältiger Beobachtungen im Hafen von Cumana anzuſtellen. Die Inclination fand ſich am 1—2 Nov. in großer Stetigkeit im Mittel 43°,65. Das Inſtrument blieb unberührt und gehörig nivellirt an demſelben Orte ſtehen. Am 7 Nov., alſo 3 Tage nach den ſtarken Erdſtößen, nachdem das Inſtrument von neuem nivellirt war, gab es 42°,75. Die Intenſität der Kraft, durch ſenkrechte Schwingungen gemeſſen, war nicht verändert. Ich hoffte, daß die Inclination vielleicht allmälig wieder zu ihrem vorigen Stande zurückkehren würde; ſie blieb aber dieſelbe. Im Sept. 1800, nach einer Fluß- und Landreiſe am Orinoco und Rio Negro von mehr als 500 geographiſchen Meilen, gab daſſelbe Inſtrument von Borda, welches mich überall begleitet

hatte, 42°,80: alſo dieſelbe Neigung als vor der Reiſe. Da mechaniſche Erſchütterungen und electriſche Schläge in weichem Eiſen durch Veränderung des Molecular-Zuſtandes Pole erregen, ſo konnte man einen Zuſammenhang ahnden zwiſchen den Einflüſſen der Richtung magnetiſcher Strömungen und der Richtung der Erdſtöße; aber, ſehr aufmerkſam auf eine Erſcheinung, an deren objectiver Wirklichkeit ich 1799 keinen Grund hatte zu zweifeln, habe ich dennoch bei der übergroßen Zahl von Erdſtößen, die ich ſpäter in Südamerika drei Jahre lang empfunden, nie wieder eine plötzliche Veränderung der Inclination wahrgenommen, welche ich dieſen Erdſtößen hätte zuſchreiben können: ſo verſchieden auch die Richtungen waren, nach denen die Wellenbewegung der Erdſchichten ſich fortpflanzte. Ein ſehr genauer und erfahrener Beobachter, Erman, fand nach einem Erdbeben am Baikal-See (8 März 1828) ebenfalls keine Störung in der Abweichung und dem Gange ihrer periodiſchen Variation. [48]

Declination.

Die geſchichtlichen Thatſachen des allerfrüheſten Erkennens von Erſcheinungen, welche ſich auf das dritte Element des telluriſchen Magnetismus, auf die Declination, beziehen, ſind bereits oben berührt worden. Die Chineſen kannten im 12ten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung nicht bloß die Abweichung einer, an einem Baumwollenfaden hangenden, horizontalen Magnetnadel vom geographiſchen Meridian, ſie wußten auch die Quantität dieſer Abweichung zu beſtimmen. Seitdem durch den Verkehr der Chineſen mit den Malayen und Indern, und dieſer mit den Arabern und mauriſchen Piloten der Gebrauch des Seecompaſſes unter den Genueſern,

Majorcanern und Catalanen in dem Becken des Mittelmeeres, an der Westküste von Afrika und im hohen Norden gemein geworden war; erschienen schon 1436 auf Seekarten Angaben der Variation für verschiedene Theile der Meere [49]. Die geographische Lage einer *Linie ohne Abweichung*, auf der die Nadel nach dem wahren Norden, nach dem Rotations-Pole, gerichtet war, bestimmte Columbus am 13 September 1492; ja es entging ihm nicht, daß die Kenntniß der Declination zur Bestimmung der geographischen Länge dienen könne. Ich habe an einem anderen Orte aus dem Schiffsjournal des Admirals erwiesen, wie derselbe auf der zweiten Reise (April 1496), als er seiner Schiffsrechnung ungewiß war, sich durch Declinations-Beobachtungen zu orientiren suchte. [50] Die stündlichen Veränderungen der Abweichungen wurden bloß als sichere Thatsache von Hellibrand und Pater Tachard zu Louvo in Siam, umständlich und fast befriedigend von Graham 1722 beobachtet. Celsius benutzte sie zuerst zu *verabredeten*, gemeinschaftlichen Messungen an zwei weit von einander entfernten Punkten. [51]

Zu den Erscheinungen selbst übergehend, welche die *Abweichung* der Magnetnadel darbietet, wollen wir dieselbe betrachten: zuerst in ihren Veränderungen nach Tages- und Nachtstunden, Jahreszeiten und mittleren Jahresständen; dann nach dem Einfluß, welchen die außerordentlichen und doch periodischen Störungen, und die Ortslagen nördlich oder südlich vom magnetischen Aequator auf jene Veränderungen ausüben; endlich nach den *linearen* Beziehungen, in denen zu einander die Erdpunkte stehen, welche eine gleiche oder gar keine Abweichung zeigen. Diese *linearen* Beziehungen sind allerdings in unmittelbarer praktischer Anwendung der gewonnenen

Reſultate für die Schiffsrechnung und das geſammte Seeweſen am wichtigſten; aber alle kosmiſchen Erſcheinungen des Magnetismus, unter denen die außerordentlichen, in ſo weiter Ferne oft gleichzeitig wirkenden Störungen (die magnetiſchen Ungewitter) zu den geheimnißvollſten gehören, hangen ſo innig mit einander zuſammen, daß, um allmälig die mathematiſche Theorie des Erd-Magnetismus zu vervollſtändigen, keine derſelben vernachläſſigt werden darf.

Auf der ganzen nördlichen magnetiſchen Halbkugel in den mittleren Breiten, die Theilung des Erdſphäroids durch den magnetiſchen Aequator gedacht, ſteht das Nord-Ende der Magnetnadel, d. h. das Ende, welches gegen den Nordpol hinweiſt, um $8^u\,1/4$ Morgens ($20^u\,1/4$) dieſem Pole in der Richtung am nächſten. Die Nadel bewegt ſich von $8^u\,1/4$ Morgens bis $1^u\,3/4$ Nachmittags von Oſten nach Weſten, um dort ihren weſtlichſten Stand zu erreichen. Dieſe Bewegung nach Weſten iſt allgemein, ſie tritt in derſelben Richtung ein an allen Orten der nördlichen Halbkugel, ſie mögen weſtliche Abweichung haben: wie das ganze Europa, Peking, Nertſchinſk und Toronto in Canada; oder öſtliche Abweichung: wie Kaſan, Sitka (im ruſſiſchen Amerika), Waſhington, Marmato (Neu-Granada) und Payta an der peruaniſchen Küſte.[52] Von dem eben bezeichneten weſtlichſten Stande um $1^u\,3/4$ bewegt ſich die Magnetnadel den Nachmittag und einen Theil der Nacht bis 12 oder 13 Uhr wieder zurück nach Oſten, indem ſie oft einen kleinen Stillſtand gegen 6^u macht. In der Nacht iſt wieder eine kleine Bewegung gegen Weſten, bis das Minimum, d. h. der öſtliche Stand von $20^u\,1/4$, erreicht wird. Dieſe nächtliche Periode, welche ehemals ganz überſehen wurde (da ein

allmäliger und ununterbrochener Rückgang gegen Osten von $1^u\,3/4$ bis zur Morgenstunde von $20^u\,1/4$ behauptet wurde), hat mich schon zu Rom bei einer Arbeit mit Gay-Lussac über die stündlichen Veränderungen der Abweichung mittelst des Prony'schen magnetischen Fernrohrs lebhaft beschäftigt. Da die Nadel überhaupt unruhiger ist, so lange die Sonne unter dem Horizont steht, so ist die kleine nächtliche Bewegung gegen Westen seltener und minder deutlich hervortretend. Wenn sie deutlich erscheint, so habe ich sie von keiner unruhigen Schwankung der Nadel begleitet gesehen. Gänzlich verschieden von dem, was ich Ungewitter genannt, geht in der kleinen westlichen Periode die Nadel ruhig von Theilstrich zu Theilstrich: ganz wie in der so sicheren Tags-Periode von $20^u\,1/4$ bis $1^u\,3/4$. Recht bemerkenswerth ist, daß, wenn die Nadel ihre continuirliche westliche Bewegung in eine östliche oder umgekehrt verwandelt, sie nicht eine Zeit lang unverändert stehen bleibt, sondern (vorzüglich bei Tage um $20^u\,1/4$ und $1^u\,3/4$) sich gleichsam plötzlich umwendet. Gewöhnlich findet die kleine Bewegung gegen Westen erst zwischen Mitternacht und dem frühen Morgen statt. Dagegen ist sie auch in Berlin und in den Freiberger unterirdischen Beobachtungen, wie in Greenwich, Makerstoun in Schottland, Washington und Toronto schon nach 10 oder 11 Uhr Abends bemerkt worden.

Die vier Bewegungen der Nadel, die ich 1805 erkannt habe[53], sind in der schönen Sammlung der Beobachtungen von Greenwich aus den Jahren 1845, 1846 und 1847 als Resultate vieler tausend stündlicher Beobachtungen in folgenden 4 Wendepunkten[54] dargestellt: erstes Minimum 20^u, erstes Maximum 2^u; zweites Minimum 12^u oder 14^u, zweites Maximum 14^u oder 16^u. Ich muß mich begnügen hier nur

die Mittelzustände anzugeben, und auf den Umstand aufmerksam zu machen, daß das morgendliche Haupt-Minimum (20^u) in unserer nördlichen Zone gar nicht durch den früheren oder späteren Aufgang der Sonne verändert wird. Ich habe in 2 Solstitien und 3 Aequinoctien, in denen ich gemeinschaftlich mit Oltmanns, jedesmal 5 bis 6 Tage und eben so viele Nächte die stündliche Variation verfolgte, den östlichsten Wendepunkt im Sommer und in Wintermonaten unverrückt zwischen $19^u\,3/4$ und $20^u\,1/4$ gefunden, und nur sehr unbeträchtlich[55] durch den früheren Sonnen-Aufgang verfrüht.

In den hohen nördlichen Breiten nahe dem Polarkreise, und zwischen diesem und dem Rotations-Pole ist die Regelmäßigkeit der stündlichen Declination noch wenig erkannt worden, ob es gleich nicht an einer Zahl sehr genauer Beobachtungen mangelt. Die locale Einwirkung der Gebirgsarten, und die Frequenz in der Nähe oder in der Ferne störender Polarlichter machen Herrn Lottin in der französischen wissenschaftlichen Expedition der Lilloise (1836) fast schüchtern, aus seiner eigenen großen und mühevollen Arbeit, wie aus der älteren (1786) des verdienstvollen Löwenörn bestimmte Resultate über die Wendestunden zu ziehen. Im ganzen war zu Reikjavik (Island, Br. $64^0\,8'$), wie zu Godthaab an der grönländischen Küste, nach Beobachtungen des Missionars Genge, das Minimum der westlichen Abweichung fast wie in mittleren Breiten um 21^u oder 22^u; aber das Maximum schien erst auf 9 bis 10 Uhr Abends zu fallen.[56] Nördlicher, in Hammerfest (Finmarken, Br. $70^0\,40'$) fand Sabine den Gang der Nadel ziemlich regelmäßig[57] wie im südlichen Norwegen und Deutschland: westliches Minimum 21^u, westliches Maximum $1^u\,1/2$; desto verschiedener fand er ihn auf Spitzbergen

(Br. 79° 50′), wo die eben genannten Wendeſtunden 18ᵘ und 7ᵘ ½ waren. Für die arctiſche Polar-Inſelwelt, in Port Bowen an der öſtlichen Küſte von Prince Regent's Inlet (Br. 73° 14′), haben wir aus der dritten Reiſe von Cap. Parry (1825) eine ſchöne Reihe fünfmonatlicher zuſammenhangender Beobachtungen von Lieut. Foſter und James Roß: aber wenn auch die Nadel innerhalb 24 Stunden zweimal durch den Meridian ging, den man für den mittleren magnetiſchen des Orts hielt, und in vollen zwei Monaten, April und Mai, gar kein Nordlicht ſichtbar war; ſo ſchwankten doch die Zeiten der Haupt-Elongationen um 4 bis 6 Stunden: ja vom Januar bis Mai waren im Mittel die Maxima und Minima der weſtlichen Abweichung nur um eine Stunde verſchieden! Die Quantität der Declination ſtieg an einzelnen Tagen von 1° ½ bis 6 und 7 Grad, während ſie unter den Wendekreiſen kaum ſo viele Minuten erreicht.[58] Wie jenſeits des Polarkreiſes, ſo iſt auch dem Aequator genähert ſchon in Hindoſtan, z. B. in Bombay (Br. 18° 56′), eine große Complication in den ſtündlichen Perioden der magnetiſchen Abweichung. Es zerfallen dieſelben dort in zwei Hauptclaſſen, welche, vom April bis October und vom October bis December, ſehr verſchieden ſind; ja wieder jede in zwei Subperioden zerfallen, die noch ſehr der Beſtimmtheit ermangeln.[59]

Von der Richtung der Magnetnadel in der ſüdlichen Halbkugel konnte den Europäern durch eigene Erfahrung erſt ſeit der zweiten Hälfte des 15ten Jahrhunderts, durch die kühnen Seefahrten von Diego Cam mit Martin Behaim, von Bartholomäus Diaz und Vasco de Gama, eine ſchwache Kunde zukommen: aber die Wichtigkeit, welche die Chineſen, die ſchon ſeit dem dritten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung, wie

die Einwohner von Korea und der japaniſchen Inſeln, auch zur See durch den Compaß geleitet wurden, nach den Berichten ihrer früheſten Schriftſteller auf den Südpol legen; war wohl hauptſächlich auf den Umſtand gegründet, daß ihre Schifffahrt ſich gegen Süden und Südweſten richtete. Auf dieſen ſüdlichen Fahrten war ihnen die Bemerkung nicht entgangen, daß die Spitze der Magnetnadel, nach deren Weiſung ſie ſteuerten, nicht genau nach dem Südpol gerichtet war. Wir kennen ſogar der Quantität[60] nach eine ihrer Beſtimmungen der Variation gegen Südoſt aus dem 12ten Jahrhundert. Die Anwendung und weitere Verbreitung ſolcher nautiſchen Hülfsmittel hat die ſehr alte Verbindung von China[61] und Indien mit Java, und in noch größerem Maaßſtabe die Schifffahrt und Anſiedlung malayiſcher Stämme auf Madagascar begünſtigt.

Wenn es auch, nach der jetzigen ſehr nördlichen Lage des magnetiſchen Aequators zu urtheilen, wahrſcheinlich iſt, daß die Stadt Louvo in Siam, als der Miſſionar Guy Tachard daſelbſt 1682 die ſtündlichen Veränderungen der Abweichung zuerſt bemerkte, dem Ausgang der nördlichen magnetiſchen Halbkugel ſehr genähert war; ſo muß man doch erkennen, daß genaue ſtündliche Declinations-Beobachtungen in der ſüdlichen magnetiſchen Halbkugel erſt ein volles Jahrhundert ſpäter angeſtellt wurden. John Macdonald verfolgte den Gang der Nadel in den Jahren 1794 und 1795 im Fort Marlborough auf der ſüdweſtlichen Küſte von Sumatra wie auf St. Helena.[62] Die Phyſiker wurden durch die damals erhaltenen Reſultate auf die große Abnahme der Quantität täglicher Variations-Veränderung in den niederen Breiten aufmerkſam gemacht. Die Elongation betrug kaum 3 bis 4

Minuten. Eine mehr umfassende und tiefere Kenntniß des Phänomens wurde durch die wissenschaftlichen Expeditionen von Freycinet und Duperrey erlangt; aber erst die Errichtung magnetischer Stationen an 3 wichtigen Punkten der südlichen magnetischen Hemisphäre: zu Hobarton auf Van Diemen's Land, zu St. Helena und am Vorgebirge der guten Hoffnung (wo nun schon 10 Jahre lang von Stunde zu Stunde Beobachtungen über die Veränderung der 3 Elemente des tellurischen Magnetismus nach gleichmäßiger Methode angestellt werden), hat allgemeine erschöpfende Data geliefert. In den mittleren Breiten der südlichen magnetischen Halbkugel hat die Nadel einen ganz entgegengesetzten Gang als in der nördlichen: denn da in jener die Spitze der Nadel, welche gegen Süden gerichtet ist, vom Morgen bis Mittag aus Ost nach West geht; so macht dadurch die nach Norden weisende Spitze eine Bewegung von West nach Ost.

Sabine, dem wir die scharfsinnige Discussion aller dieser Variationen verdanken, hat fünfjährige stündliche Beobachtungen von Hobarton (Br. 42° 53′ Süd, Abw. 9° 57′ Ost) und Toronto (Br. 43° 39′ Nord, Abw. 1° 33′ West) so zusammengestellt, daß man die Perioden von October bis Februar und von April bis August unterscheiden kann, da die fehlenden Zwischen-Monate März und September gleichsam Uebergangs-Phänomene darbieten. In Hobarton zeigt das gegen Norden gekehrte Ende der Nadel zwei östliche und zwei westliche Maxima der Elongationen [63], so daß sie in dem Jahres-Abschnitt von October bis Februar von 20ᵘ oder 21ᵘ bis 2ᵘ gegen Ost geht, dann von 2ᵘ bis 11ᵘ ein wenig nach West; von 11ᵘ bis 15ᵘ wieder nach Ost, von 15ᵘ bis 20ᵘ zurück nach West. In der Jahres-Abtheilung vom April bis

Auguſt ſind die öſtlichen Wendeſtunden bis zu 3^u und 16^u verſpätet, die weſtlichen Wendeſtunden zu 22^u und 11^u verfrüht. In der nördlichen magnetiſchen Halbkugel iſt die Bewegung der Nadel von 20^u bis 1^u gegen Weſten größer im dortigen Sommer als im Winter; in der ſüdlichen magnetiſchen Halbkugel, wo zwiſchen den genannten Wendeſtunden die Richtung der Bewegung eine entgegengeſetzte iſt, wird die Quantität der Elongation größer gefunden, wenn die Sonne in den ſüdlichen, als wenn ſie in den nördlichen Zeichen ſteht.

Die Frage, die ich vor ſieben Jahren in dem Naturgemälde[64] berührt habe: ob es eine Region der Erde, vielleicht zwiſchen dem geographiſchen und magnetiſchen Aequator, gebe, in welcher (ehe der Uebergang des Nord-Endes der Nadel in denſelben Stunden zu einer entgegengeſetzten Richtung der Abweichung eintritt) gar keine ſtündliche Abweichung ſtatt findet? ſcheint nach neueren Erfahrungen, beſonders nach Sabine's ſcharfſinnigen Discuſſionen der Beobachtungen in Singapore (Br. 1^0 $17'$ N.), auf St. Helena (Br. 15^0 $56'$ S.) und am Vorgebirge der guten Hoffnung (Br. 33^0 $56'$ S.), verneint werden zu müſſen. Es iſt bisher noch kein Punkt aufgefunden worden, in welchem die Nadel ohne ſtündliche Bewegung wäre; und durch die Gründung der magnetiſchen Stationen iſt die wichtige und ſehr unerwartete Thatſache erkannt worden, daß es in der ſüdlichen magnetiſchen Halbkugel Orte giebt, in denen die ſtündlichen Schwankungen der Declinations-Nadel an den Erſcheinungen (dem Typus) beider Halbkugeln abwechſelnd Theil nehmen. Die Inſel St. Helena liegt der Linie der ſchwächſten Intenſität der Erdkraft ſehr nahe: in einer Weltgegend, wo dieſe Linie ſich weit von dem geographiſchen Aequator und von der Linie ohne Inclination

entfernt. Auf St. Helena iſt der Gang des Endes der Nadel, das gegen den Nordpol weiſt, ganz entgegengeſetzt in den Monaten vom Mai bis September von dem Gange, den daſſelbe Ende in den analogen Stunden von October bis Februar befolgt. Nach fünfjährigen ſtündlichen Beobachtungen iſt in dem erſtgenannten Theile des Jahres, im Winter der ſüdlichen Halbkugel, während die Sonne in den nördlichen Zeichen ſteht, das Nordende der Nadel um 19^{u} am weiteſten öſtlich; ſie bewegt ſich von dieſer Stunde an, wie in den mittleren Breiten von Europa und Nordamerika, gegen Weſten (bis 22^{u}), und erhält ſich faſt in dieſer Richtung bis 2^{u}. Dagegen findet in anderen Theilen des Jahres, vom October bis Februar, in dem dortigen Sommer, wenn die Sonne in den ſüdlichen Zeichen weilt und der Erde am nächſten iſt, um 20^{u} (8^{u} Morgens) eine größte weſtliche Elongation der Nadel ſtatt, und bis zur Mittagsſtunde eine Bewegung von Weſten gegen Oſten: ganz nach dem Typus von Hobarton (Br. 42^{0} 53′ S.) und anderer Gegenden der mittleren ſüdlichen Halbkugel. Zur Zeit der Aequinoctien oder bald nachher, im März und April wie im September und October, bezeichnet der Gang der Nadel ſchwankend, an einzelnen Tagen, Uebergangs-Perioden von Einem Typus zum anderen, von dem der nördlichen zu dem der ſüdlichen Halbkugel.[65]

Singapore liegt ein wenig nördlich von dem geographiſchen Aequator, zwiſchen dieſem und dem magnetiſchen Aequator, der nach Elliot faſt mit der Curve der ſchwächſten Intenſität zuſammenfällt. Nach den Beobachtungen, welche von 2 zu 2 Stunden in den Jahren 1841 und 1842 zu Singapore angeſtellt worden ſind, findet Sabine die für St. Helena bezeichneten entgegengeſetzten Typen im Gange der

Nadel von Mai bis Auguſt und von November bis Februar wieder eben ſo am Vorgebirge der guten Hoffnung: das doch 34° vom geographiſchen, und gewiß noch weit mehr von dem magnetiſchen Aequator entfernt iſt, eine Inclination von — 53° hat und die Sonne nie im Zenith ſieht.[66] Wir beſitzen ſchon veröffentlicht ſechsjährige ſtündliche Beobachtungen vom Cap, nach denen, faſt ganz wie auf St. Helena, vom Mai bis September die Nadel von ihrem äußerſten öſtlichen Stande ($19^u\frac{1}{2}$) weſtlich geht bis $23^u\frac{1}{2}$, vom October bis März aber gegen Oſten von $20^u\frac{1}{2}$ bis $1^u\frac{1}{2}$ und 2^u. Bei der Entdeckung dieſer ſo wohl conſtatirten, aber noch genetiſch in ſo tiefes Dunkel gehüllten Erſcheinung hat ſich die Wichtigkeit der Jahre lang ununterbrochen von Stunde zu Stunde fortgeſetzten Beobachtungen vorzüglich bewährt. Störungen, die (wie wir gleich entwickeln werden) anhaltend bald nach Oſt, bald nach Weſt die Nadel ablenken, würden iſolirte Beobachtungen der Reiſenden unſicher machen.

Durch erweiterte Schifffahrt und Anwendung des Compaſſes bei geodätiſchen Aufnahmen iſt ſehr früh zu gewiſſen Zeiten eine außerordentliche Störung der Richtung, oft verbunden mit einem Schwanken, Beben und Zittern der angewandten Magnetnadel, bemerkt worden. Man gewöhnte ſich dieſe Erſcheinung einem gewiſſen Zuſtande der Nadel ſelbſt zuzuſchreiben; man nannte ſie in der franzöſiſchen Seeſprache ſehr charakteriſtiſch ein Vernarrt-Sein der Nadel, l'affolement de l'aiguille, und ſchrieb vor, eine aiguille affolée von neuem und ſtärker zu magnetiſiren. Halley iſt allerdings der Erſte geweſen, der das Polarlicht für eine magnetiſche Erſcheinung erklärte[67], da er von der kön. Societät zu London aufgefordert wurde das, in ganz England geſehene, große

Meteor vom 6 März 1716 zu erklären. Er ſagt, „das Meteor ſei dem analog, welches Gaſſendi zuerſt 1621 mit dem Namen Aurora borealis belegt hätte". Ob er gleich auf ſeinen Seefahrten zur Beſtimmung der Abweichungs-Linie bis zum 52ten Grade ſüdlicher Breite vorgedrungen war, ſo lernt man doch aus ſeinem eigenen Geſtändniß, daß er bis 1716 nie ein Nord- oder Süd-Polarlicht geſehen: da doch die letzteren, wie ich beſtimmt weiß, bis in die Mitte der peruaniſchen Tropenzone ſichtbar werden. Halley ſcheint alſo aus eigener Erfahrung nichts von der Beunruhigung der Nadel, den außerordentlichen Störungen und Schwankungen derſelben bei geſehenen oder ungeſehenen Nord- und Südlichtern beobachtet zu haben. Olav Hiorter und Celſius zu Upſala ſind die Erſten, die, im Jahr 1741, noch vor Halley's Tode, den, von ihm nur vermutheten Zuſammenhang zwiſchen einem geſehenen Nordlichte und dem geſtörten normalen Gange der Nadel durch eine lange Reihe meſſender Beſtimmungen bekräftigten. Dieſes verdienſtliche Unternehmen veranlaßte ſie die erſten verabredeten gleichzeitigen Beobachtungen mit Graham in London anzuſtellen; und die außerordentlichen Störungen der Abweichung bei Erſcheinung des Nordlichts wurden durch Wargentin, Canton und Wilke ſpecieller erforſcht.

Beobachtungen, die ich Gelegenheit hatte in Gemeinſchaft mit Gay-Luſſac (1805) in Rom auf dem Monte Pincio zu machen, beſonders aber eine lange, durch jene Beobachtungen veranlaßte Arbeit in den Aequinoctien und Solſtitien der Jahre 1806 und 1807 in einem großen einſamen Garten zu Berlin (mittelſt des magnetiſchen Fernrohrs von Prony und eines fernen, durch Lampenlicht wohl zu erleuchtenden

Tafel-Signals) in Gemeinſchaft mit Olbmanns; lehrten mich bald, daß dieſer, zu gewiſſen Epochen mächtig und nicht bloß local wirkende Theil telluriſcher Thätigkeit, den man unter dem allgemeinen Namen außerordentlicher Störungen begreift, ſeiner Complication wegen, eine anhaltende Beachtung verdiene. Die Vorrichtung des Signals und des Fadenkreuzes in dem an einem, bald ſeidenen, bald metallenen Faden hangenden Fernrohr, welches ein weiter Glaskaſten umſchloß, erlaubte das Ableſen von 8 Secunden im Bogen. Da bei Nacht zu dieſer Beobachtungs-Methode das Zimmer, in welchem ſich das, von einem Magnetſtabe geleitete Fernrohr befand, finſter bleiben konnte; ſo fiel der Verdacht der Luftſtrömung weg, welchen bei den, übrigens vortrefflichen, mit Microſcopen verſehenen Declinatorien die Erleuchtung der Scale veranlaſſen kann. In der ſchon damals von mir ausgeſprochenen Meinung: „daß eine fortlaufende, ununterbrochene, ſtündliche und halbſtündliche Beobachtung (observatio perpetua) von mehreren Tagen und Nächten den vereinzelten Beobachtungen vieler Monate vorzuzuziehen ſei"; beobachteten wir in den Aequinoctial- und Solſtitial-Epochen, deren große Wichtigkeit alle neueren Arbeiten bewährt haben, 5, 7 bis 11 Tage und eben ſo viele Nächte [68] hindurch. Wir erkannten bald, daß, um den eigentlichen phyſiſchen Charakter dieſer anomalen Störungen zu ſtudiren, es nicht genüge das Maaß (die Quantität) der veränderten Abweichung zu beſtimmen, ſondern daß jeder Beobachtung auch numeriſch der Grad der Unruhe der Nadel, durch die gemeſſene Elongation der Schwingungen, beigefügt werden müſſe. Bei dem gewöhnlichen ſtündlichen Gang der Nadel fanden wir dieſe ſo ruhig, daß unter 1500 Reſultaten, aus 6000 Beobachtungen (Mitte Mai 1806 bis Ende Juni

1807) gezogen, die Oscillation meist nur von einem halben Theilstrich zum anderen ging, also nur 1′ 12″ betrug; in einzelnen Fällen, und oft bei sehr stürmischem Regenwetter, schien die Nadel entweder ganz fest stehend oder sie schwankte nur um 0,2 oder 0,3 Theile, d. i. 24″ oder 28″. Wenn aber das magnetische Ungewitter, dessen stärkster und späterer Ausbruch das Polarlicht ist, eintrat, so waren die Schwankungen bald nur 14, bald 38 Minuten im Bogen: jede in 1½ bis 3 Zeitsecunden vollbracht. Oftmals war wegen der Größe und Ungleichheit der Oscillationen, welche die Theilstriche des Signals nach Einer Seite oder nach beiden weit überschritten, gar keine Beobachtung möglich.[69] Dies war z. B. der Fall in der Nacht vom 24 Sept. 1806 in langer, ununterbrochener Dauer, erst von 14ᵘ 40′ bis 15ᵘ 32′ und dann von 15ᵘ 57′ bis 17ᵘ 4′.

Gewöhnlich war bei heftigen magnetischen Ungewittern (unusual or larger Magnetic disturbances, Magnetic Storms) das Mittel der Schwingungs-Bogen nach Einer Seite hin (gegen O oder W) im Fortschreiten, wenn auch mit ungleichmäßiger Geschwindigkeit; aber in seltenen Fällen wurden auch außerordentliche Schwankungen bemerkt, ohne daß die Abweichung unregelmäßig zu- oder abnahm, ohne daß das Mittel der Schwankungen sich von dem Theilstriche entfernte, welcher zu dem normalen Gange der Nadel in gegebener Stunde gehörte. Wir sahen nach langer relativer Ruhe plötzlich Bewegungen von sehr ungleicher Stärke eintreten (Bogen beschreibend von 6—15 Minuten, alternirend oder regellos unter einander gemischt), und dann plötzlich wieder die Nadel sich beruhigen. Bei Nacht war ein solches Gemisch von totaler Ruhe und heftiger Schwankung, ohne Fortschreiten nach einer

Seite, beſonders auffallend.[70] Eine eigene Modification der Bewegung, die ich noch glaube erwähnen zu müſſen, iſt eine ſehr ſelten eintretende verticale: eine Art Kippen, eine Veränderung der Inclination des Nord-Endes der Nadel 15 bis 20 Zeitminuten lang, bei ſehr mäßigen horizontalen Schwankungen oder völliger Abweſenheit derſelben. Bei der ſo fleißigen Aufzeichnung aller Nebenverhältniſſe in den engliſchen Stations-Regiſtern finde ich dieſes bloß verticalen Zitterns (constant vertical motion, the needle oscillating vertically) nur 3mal auf Van Diemen's Inſel angegeben.[71]

Die Epoche des Eintretens der größeren magnetiſchen Ungewitter hat mir im Mittel in Berlin die dritte Stunde nach Mitternacht geſchienen, aufhörend auch im Mittel um fünf Uhr des Morgens. Kleine Gewitter beobachteten wir bei Tage in den Nachmittagsſtunden zwiſchen 5 und 7 Uhr oft an denſelben September-Tagen, wo nach Mitternacht ſo ſtarke storms folgten, daß wegen der Größe und Schnelligkeit der Oſcillationen jedes Ableſen und jede Schätzung des Mittels der Elongation unmöglich waren. Ich wurde gleich anfangs ſo überzeugt von den gruppenweiſe mehrere Nächte hinter einander eintretenden magnetiſchen Ungewittern, daß ich die Eigenthümlichkeiten dieſer außerordentlichen Störungen der Berliner Akademie ankündigte, und Freunde, meiſt nicht vergebens, einlud, zu vorbeſtimmten Stunden mich zu beſuchen und ſich der Erſcheinung zu erfreuen.[72] Auch Kupffer während ſeiner Reiſe im Caucaſus 1829, und ſpäter Kreil bei ſeinen ſo ſchätzbaren Prager Beobachtungen haben das Wieder-Eintreten der magnetiſchen Ungewitter zu denſelben Stunden bekräftigt.[73]

Was ich im Jahr 1806 in meinen Aequinoctial- und Solſtitial-Beobachtungen nur im allgemeinen über die außer-

ordentlichen Störungen der Abweichung erkannte, iſt ſeit der Errichtung der magnetiſchen Stationen in den großbritanniſchen Beſitzungen (1838 — 1840) durch Anhäufung eines reichen Materials und durch die talentvolle Bearbeitung des Oberſt Sabine eine der wichtigſten Errungenſchaften in der Lehre vom telluriſchen Magnetismus geworden. In den Reſultaten beider Hemiſphären hat dieſer ſcharfſinnige Gelehrte die Störungen nach Tages- und Nachtſtunden, nach Jahreszeiten, nach Deviationen, gegen Oſten oder Weſten gerichtet, geſondert. In Toronto und Hobarton waren die Störungen zwiefach häufiger und ſtärker bei Nacht als bei Tage[74]; eben ſo in den älteſten Beobachtungen zu Berlin: ganz im Gegenſatz von 2600 bis 3000 Störungen am Cap der guten Hoffnung, und beſonders auf der Inſel St. Helena, nach der gründlichen Unterſuchung des Capitäns Younghusband. In Toronto traten im Mittel die Hauptſtörungen in der Epoche von Mitternacht bis 5 Uhr Morgens ein; bisweilen nur wurden ſie früher, zwiſchen 10 Uhr Abends und Mitternacht, beobachtet: alſo in Toronto wie in Hobarton prädominirend bei Nacht. Nach einer ſehr mühevollen und ſcharfſinnigen Prüfung, welche Sabine mit 3940 Torontoer und 3470 Hobarttowner Störungen aus dem ſechsjährigen Cyclus von 1843 bis 1848 angeſtellt (die geſtörten Abweichungen machten den neunten und zehnten Theil der ganzen Maſſe aus), hat er die Folgerung[75] ziehen können: „daß die Störungen zu einer eigenen Art periodiſch wiederkehrender Variationen gehören, welche erkennbaren Geſetzen folgen, von der Stellung der Sonne in der Ekliptik und der täglichen Rotation der Erde um ihre Achſe abhangen, ja ferner nicht mehr unregelmäßige Bewegungen genannt werden ſollten; man unterſcheide darin, neben einem eigen-

thümlichen localen Typus, allgemeine, den ganzen Erdkörper afficirende Proceſſe.“ In denſelben Jahren, in denen die Störungen häufiger in Toronto waren, wurden ſie es auch und faſt im gleichen Maaße auf der ſüdlichen Halbkugel in Hobarton. Im ganzen traten ſie am erſteren Orte im Sommer (von April bis September) in doppelter Menge als in den Wintermonaten (von October bis März) ein. Die größte Zahl der Störungen gehörte dem Monat September an, ganz wie um die Zeit des Herbſt-Aequinoctiums in meinen Berliner Beobachtungen[76] von 1806. Sie ſind ſeltener in den Wintermonaten jeden Orts, ſeltener vom November bis Februar in Toronto und vom Mai bis Auguſt in Hobarton. Auch auf St. Helena und am Cap der guten Hoffnung ſind nach Younghusband die Durchgänge der Sonne durch den Aequator durch Häufigkeit der Störungen in hohem Grade bemerkbar.

Das Wichtigſte, auch erſt von Sabine Aufgefundene, in dieſer Erſcheinung iſt die Regelmäßigkeit, mit der in beiden Halbkugeln die Störungen eine vermehrte öſtliche oder weſtliche Abweichung verurſachen. In Toronto, wo die Declination ſchwach gegen Weſten iſt (1° 33′), war, der Zahl nach, das Fortſchreiten gegen Oſten im Sommer (Juni — September) dem Fortſchreiten gegen Weſten im Winter (December — April) überwiegend, und zwar im Verhältniß von 411 : 290. Eben ſo iſt es auf Van Diemen's Inſel nach localer Jahreszeit; auch in den dortigen Wintermonaten (Mai — Auguſt) ſind die magnetiſchen Ungewitter auffallend ſeltener.[77] Die Zergliederung von 6 Jahren der Beobachtung in 2 entgegengeſetzten Stationen, von Toronto und Hobarton, hatte Sabine zu dem merkwürdigen Ergebniſſe geführt: daß von 1843 bis 1848 in beiden Hemiſphären nicht bloß die

Zahl der Störungen, ſondern auch (wenn man, um das jährliche Mittel der täglichen Abweichung in ſeinem normalen Werth zu erlangen, 3469 storms nicht mit in Rechnung bringt) das Maaß der totalen Abweichung von dieſem Mittel in den genannten 5 Jahren allmälig von 7′,65 bis 10′,58 im Zunehmen geweſen iſt; ja daß dieſe Zunahme gleichzeitig, wie in der amplitudo der Declination, ſo in der Inclination und totalen Erdkraft bemerkbar war. Dieſes Ergebniß gewann eine erhöhte Wichtigkeit, als er eine Bekräftigung und Verallgemeinerung deſſelben in Lamont's ausführlicher Arbeit (vom Sept. 1851) „über eine zehnjährige Periode, welche ſich in der täglichen Bewegung der Magnetnadel darſtellt", erkannte. Nach Beobachtungen von Göttingen, München und Kremsmünſter[78] hatte die Mittelgröße der täglichen Declination ihr Minimum erreicht von 1843 zu 1844, ihr Maximum von 1848 zu 1849. Nachdem die Declination ſo fünf Jahre zugenommen, nimmt ſie eben ſo viele Jahre wiederum ab: wie eine Reihe genauer ſtündlicher Beobachtungen erweiſt, die bis zu einem Maximum von 1786½ hinaufführen.[79] Um eine allgemeine Urſach einer ſolchen Periodicität in allen 3 Elementen des telluriſchen Magnetismus aufzufinden, wird man geneigt, zu einem kosmiſchen Zuſammenhange ſeine Zuflucht zu nehmen. Ein ſolcher iſt nach Sabine's[80] Vermuthung in den Veränderungen zu finden, welche in der Photoſphäre der Sonne, d. h. in den leuchtenden gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers, vorgehen. Nach Schwabe's langjährigen Unterſuchungen kommt nämlich die Periode der größten und kleinſten Frequenz der Sonnenflecken ganz mit der überein, welche man in den magnetiſchen Variationen entdeckt hat. Auf dieſe Uebereinſtimmung hat Sabine zuerſt in ſeiner der königl.

Societät zu London im März 1852 vorgelegten Abhandlung aufmerksam gemacht. „Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen", sagt Schwabe in einem Aufsatze, mit dem er den astronomischen Theil meines Kosmos bereichert hat, „daß wenigstens vom Jahr 1826 bis 1850 in der Erscheinung der Sonnenflecken eine Periode von ohngefähr 10 Jahren dermaßen statt gefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen ist."[81] Den mächtigen Einfluß des Sonnenkörpers als Masse auf den Erd-Magnetismus bekräftigt auch Sabine durch die scharfsinnige Bemerkung: daß der Zeitpunkt, in welchem in beiden Hemisphären die Intensität der Magnetkraft am stärksten ist und die Richtung der Nadel sich am meisten der verticalen nähert, in die Monate October bis Februar fällt: gerade wenn die Erde der Sonne am nächsten ist und sie sich in ihrer Bahn am schnellsten fortbewegt.[82]

Von der Gleichzeitigkeit vieler magnetischer Ungewitter, wie sich dieselben auf viele tausend Meilen fortgepflanzt, ja fast um den ganzen Erdball gehen (so am 25 Sept. 1841 von Canada und von Böhmen bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung, Van Diemen's Land und Macao), habe ich schon in dem Naturgemälde[83] gehandelt; auch Beispiele von den Fällen angegeben, wo die Perturbationen mehr local waren: sich von Sicilien nach Upsala, aber nicht von Upsala weiter nördlich nach Alten und Lapland verbreiteten. Bei den gleichzeitigen Declinations-Beobachtungen, die wir, Arago und ich, 1829 in Berlin, Paris, Freiberg, St. Petersburg, Kasan und Nikolajew mit denselben Gambey'schen Instrumenten angestellt, hatten sich einzelne starke Perturbationen von Berlin nicht bis Paris, ja nicht einmal bis in eine Freiberger

Grube, wo Reich seine unterirdischen Magnet-Beobachtungen machte, fortgepflanzt. Große Abweichungen und Schwankungen der Nadel bei Nordlichtern in Toronto riefen wohl in Kerguelen-Insel, aber nicht in Hobarton magnetische Ungewitter hervor. Bei dem Charakter der Alldurchdringlichkeit, welchen die Magnetkraft wie die Gravitations-Kraft aller Materie zeigt, ist es allerdings schwer sich einen klaren Begriff von den Hindernissen der Fortpflanzung im Inneren des Erdkörpers zu machen: von Hindernissen, denen analog, welche sich den Schallwellen oder den Erschütterungswellen des Erdbebens, in denen gewisse einander nahe gelegene Orte nie zusammen beben[84], entgegensetzen. Sollten gewisse magnetische kreuzende Linien durch ihre Dazwischenkunft der Fortpflanzung entgegenwirken?

Wir haben die regelmäßigen und die *scheinbar* unregelmäßigen Bewegungen, welche horizontal aufgehangene Nadeln darbieten, geschildert. Hat man in Erforschung des normalen, in sich wiederkehrenden Ganges der Nadel, durch Mittelzahlen aus den Extremen der stündlichen Veränderungen, die Richtung des magnetischen Meridians ergründen können, in der von Einem Solstitium zu dem anderen die Nadel zu beiden Seiten gleich geschwankt hat; so führt die Vergleichung der Winkel, welche auf verschiedenen Parallelkreisen die *magnetischen* Meridiane mit dem *geographischen* Meridian machen, zuerst zur Kenntniß von *Variations-Linien* auffallend heterogenen Werthes (Andrea Bianco 1436 und der Cosmograph Kaiser Carls V, Alonso de Santa Cruz, versuchten es schon diese auf Karten zu tragen); später zu der glücklichen Verallgemeinerung *isogonischer Curven, Linien gleicher Abweichung*, welche der dankbare Sinn englischer Seefahrer

lange durch den hiſtoriſchen Namen Halleyan lines bezeichnet hat. Unter den mannigfach gekrümmten, gruppenweiſe bisweilen faſt parallelen, ſelten ganz in ſich ſelbſt recurrirenden und dann eiförmig geſchloſſene Syſteme bildenden, iſogoniſchen Curven verdienen in phyſikaliſcher Hinſicht die größte Aufmerkſamkeit diejenigen, auf welchen die Abweichung null wird, und zu deren beiden Seiten Abweichungen entgegengeſetzter Benennung, mit der Entfernung ungleich zunehmend, gefunden werden.[85] Ich habe an einem anderen Orte gezeigt, wie des Columbus erſte Entdeckung einer Linie ohne Abweichung im atlantiſchen Ocean am 13 September 1492 dem Studium des telluriſchen Magnetismus die Anregung gegeben hat, welches drittehalb Jahrhunderte hindurch freilich nur auf Verbeſſerung der Schiffsrechnung gerichtet war.

So ſehr auch in der neueſten Zeit durch die höhere wiſſenſchaftliche Bildung der Seefahrer, durch die Vervollkommnung der Inſtrumente und der Methoden die Kenntniß einzelner Theile der Linien ohne Variation im nördlichen Aſien, im indiſchen Archipelagus und im atlantiſchen Ocean erweitert worden iſt; ſo darf doch wohl in dieſer Sphäre unſeres Wiſſens, da, wo das Bedürfniß einer kosmiſchen Ueberſicht gefühlt wird, über Langſamkeit des Fortſchritts und über Mangel von erlangter Allgemeinheit geklagt werden. Es iſt mir nicht unbewußt, daß eine Unzahl von Beobachtungen bei zufälliger Durchſchneidung der Linien ohne Abweichung in Schiffsjournalen aufgezeichnet worden ſind; aber es fehlt an der Vergleichung und Zuſammenſtellung des Materials: das für dieſen Gegenſtand, wie für die dermalige Lage des magnetiſchen Aequators erſt an Wichtigkeit gewinnen würde, wenn in den verſchiedenen Meeren einzelne Schiffe allein damit

beauftragt wären, in ihrem Curse jenen Linien ununterbrochen zu folgen. Ohne Gleichzeitigkeit der gewonnenen Beobachtung hat der tellurische Magnetismus für uns keine Geschichte. Ich wiederhole[86] eine Klage, die ich frei schon mehrfach geäußert.

Nach dem, was wir bis jetzt im allgemeinen von der Lage der Linien ohne Abweichung wissen, giebt es statt der vier meridianartigen, an die man von Pol zu Pol am Ende des 16ten Jahrhunderts[87] glaubte, wahrscheinlich drei sehr verschiedenartig gestaltete Systeme: wenn man mit dem Namen System solche Gruppen von Abweichungslinien bezeichnet, deren Null-Linie mit keiner andern Null-Linie in directer Verbindung steht, nicht für die Fortsetzung einer anderen (nach unserer jetzigen Kenntniß) gelten kann. Von diesen drei Systemen, die wir bald einzeln beschreiben werden, ist das mittlere, atlantische, auf eine einfache, von SSO nach NNW gerichtete, zwischen dem 65ten Grad südlicher bis zu dem 67ten Grad nördlicher Breite erkannte, Linie ohne Abweichung beschränkt. Das zweite, wenn man aus beiden die Durchschnittspunkte der Null-Linie mit dem geographischen Aequator allein ins Auge faßt, volle 150 Grade östlicher gelegene System, ganz Asien und Australien füllend, ist das breiteste und complicirteste von allen. Es ist wundersam auf- und absteigend, mit einem gegen Süden und einem gegen Norden gerichteten Scheitel; ja an seinem nordöstlichen Ende dermaßen gekrümmt, daß die Null-Linie elliptisch in sich recurrirende, von außen nach innen in der Abweichung schnell zunehmende Linien umgiebt. Der westlichste und der östlichste Theil dieser asiatischen Curve ohne Abweichung sind gleich der atlantischen Null-Linie von Süden

nach Norden, und in dem Raume vom caspischen Becken bis Lapland sogar von SSO nach NNW gerichtet. Das dritte System, das der Südsee, am wenigsten erforscht, ist das kleinste von allen; und bildet, fast gänzlich im Süden vom geographischen Aequator gelegen, ein geschlossenes Oval von concentrischen Linien, deren Abweichung, entgegengesetzt dem, was wir bei dem nordöstlichen Theile des asiatischen Systems bemerkt, von außen nach innen abnimmt. Wir kennen, wenn wir unser Urtheil auf die Magnet-Declination an den Küsten gründen, in dem afrikanischen Continent [88] nur Linien, die eine westliche Abweichung von 6° bis 29° offenbaren; denn die atlantische Linie ohne Abweichung hat (nach Purchas) schon im Jahre 1605 die Südspitze von Afrika (das Vorgebirge der guten Hoffnung) verlassen, um sich weiter von Osten nach Westen zu begeben. Die Möglichkeit, daß in Central-Afrika eine eiförmige Gruppe concentrischer Abweichungslinien, bis 0° abnehmend, sich irgend wo finden könne, der der Südsee ähnlich, ist aus Gründen eben so wenig zu bevorworten als zu läugnen.

Der atlantische Theil der amerikanischen Curve ohne Abweichung ist durch eine vortreffliche Arbeit des Oberst Sabine in beiden Hemisphären für das Jahr 1840, mit Benutzung von 1480 Beobachtungen und Beachtung der secularen Veränderung, genau bestimmt worden. Sie läuft (unter 70° südl. Breite ohngefähr in 21° westl. Länge aufgefunden [89]) gegen NNW, gelangt bis 3° östlich von Cook's Sandwich-Lande und bis 9° ½ östlich von Süd-Georgien, nähert sich der brasilischen Küste, in die sie eintritt bei Cap Frio, 2° östlich von Rio Janeiro; durchstreicht den südlichen Neuen Continent nur bis Br. — 0° 36′, wo sie denselben etwas östlich vom Gran Para bei dem Cap Tigioca am Neben-Ausfluß des Amazonen-

ſtroms (Rio do Para) wieder verläßt: um erſt den geographiſchen Aequator in weſtl. Lg. 50° 6′ zu ſchneiden, dann, bis zu 5° nördlicher Breite in 22 geogr. Meilen Entfernung der Küſte von Guyana, ſpäter dem Bogen der Kleinen Antillen bis zum Parallel von 18° folgend, in Br. 34° 50′, Lg. 76° 30′ nahe bei Cape Lookout (ſüdöſtlich von Cap Hattaras) das Littoral von Nord-Carolina zu berühren. Im Inneren von Nordamerika ſetzt die Curve ihre nordweſtliche Richtung bis Br. 41°½, Lg. 80° gegen Pittsburgh, Meadville und den See Erie fort. Es iſt zu vermuthen, daß ſie ſeit 1840 ſchon nahe um einen halben Grad weiter gegen Weſten vorgerückt iſt.

Die auſtralo-aſiatiſche Curve ohne Abweichung kann, wenn man mit Erman den Theil derſelben, welcher ſich plötzlich von Kaſan nach Archangel und dem ruſſiſchen Laplande hinaufzieht, für identiſch mit dem Theile des molukkiſchen und japaniſchen Meeres hält, kaum in der ſüdlichen Halbkugel bis zum 62ten Grade verfolgt werden. Dieſer Anfang liegt weſtlicher von Van Diemen's Land, als man ihn bisher vermuthet hatte; und die 3 Punkte, in denen Sir James Roß [90] auf ſeiner antarctiſchen Entdeckungsreiſe 1840 und 1841 die Curve ohne Abweichung durchſchnitten hat, befinden ſich alle in den Parallelen von 62°, 54°½ und 46°, zwiſchen 131° und 133° 20′ öſtlicher Länge: alſo meiſt ſüd-nördlich, meridianartig, gerichtet. In ihrem weiteren Laufe durchſtreicht die Curve das weſtliche Auſtralien von der ſüdlichen Küſte von Nuyts-Land an (etwa 10 Längengrade in Weſten von Adelaide) bis zu der nördlichen Küſte nahe bei Van Sittart River und Mount Cockburn, um von da in das Meer des indiſchen Archipelagus zu treten: in eine Weltgegend, in der genauer

als irgendwo anders von Capitän Elliot in den Jahren 1846 bis 1848 zugleich Inclination, Declination, Total-Intenſität, wie Maximum und Minimum der horizontalen Intenſität erforſcht worden ſind. Hier geht die Linie ſüdlich von Flores und durch das Innere der kleinen Sandalwood-Inſel [91] von 118° bis 91° weſtlicher Länge in eine genau oſt-weſtliche Richtung über, wie dies Barlow ſehr wahr ſchon 16 Jahre früher verzeichnet hatte. Von dem zuletzt angegebenen Meridiane an ſteigt ſie, nach der Lage zu urtheilen, in welcher Elliot der Curve von 1° öſtlicher Abweichung bis Madras gefolgt iſt, in 9°½ ſüdlicher Breite gegen NW auf. Ob ſie, den Aequator ohngefähr im Meridian von Ceylon ſchneidend, in den Continent von Aſien zwiſchen Cambay Gulf und Guzurate, oder weſtlicher im Meerbuſen von Mascate eintritt [92], und ſo identiſch iſt [93] mit der Curve ohne Abweichung, die aus dem Becken des caſpiſchen Meeres gegen Süden fortzulaufen ſcheint; ob ſie vielmehr (wie Erman will) ſchon vorher, öſtlich gekrümmt, zwiſchen Borneo und Malacca aufſteigend, in [94] das japaniſche Meer gelangt und durch den ochotſkiſchen Meerbuſen in Oſt-Aſien eindringt: darüber kann hier keine ſichere Auskunft gegeben werden. Es iſt lebhaft zu bedauern, daß, bei der großen Frequenz der Navigation nach Indien, Auſtralien, den Philippinen und der Nordoſt-Küſte von Aſien, eine Unzahl von Materialien in Schiffsjournalen verborgen und unbenutzt geblieben ſind, ohne, zu allgemeinen Anſichten führend, Süd-Aſien mit dem mehr durchforſchten Nord-Aſien zu verbinden, und Fragen zu löſen, die ſchon 1840 angeregt worden. Um daher nicht das Gewiſſe mit dem Ungewiſſen zu vermengen, beſchränke ich mich auf den ſibiriſchen Theil des aſiatiſchen Continents, ſo weit wir

ihn gegen Süden bis zum Parallel von 45° durch Erman, Hanſteen, Due, Kupffer, Fuß und meine eigenen Beobachtungen kennen. In keinem anderen Theil der Erde hat man auf der Feſte Magnetlinien in ſolcher Ausdehnung verfolgen können; und die Wichtigkeit, welche in dieſer Hinſicht das europäiſche und aſiatiſche Rußland darbietet, war ſchon vor Leibnitz [95] ſcharfſinnig geahndet worden.

Um von Weſten gegen Oſten, von Europa aus, der gewöhnlichen Richtung ſibiriſcher Expeditionen zu folgen, beginnen wir mit dem nördlichen Theile des caſpiſchen Meeres: und finden in der kleinen Inſel Birutſchikaſſa, in Aſtrachan, am Elton-See, in der Kirghiſen-Steppe, und in Uralſk am Jaik, zwiſchen Br. 45° 43′ und 51° 12′, Lg. 44° 15′ und 49° 2′ die Abweichung von 0° 10′ Oſt zu 0° 37′ Weſt ſchwanken. [96] Weiter nördlich neigt ſich dieſe Curve ohne Abweichung etwas mehr gegen Nordweſt, durchgehend in der Nähe von Niſhnei-Nowgorod [97] (im Jahr 1828 zwiſchen Oſablikowo und Doskino, im Parallel von 56° und Lg. 40° 40′). Sie verlängert ſich gegen das ruſſiſche Lapland zwiſchen Archangel und Kola, genauer nach Hanſteen (1830) zwiſchen Umba und Ponoi. [98] Erſt wenn man faſt ⅔ der größten Breite des nördlichen Aſiens gegen Oſten durchwandert iſt, unter dem Parallel von 50° bis 60° (einen Raum, in dem jetzt ganz öſtliche Abweichung herrſcht), gelangt man an die Linie ohne Abweichung, welche bei dem nordöſtlichen Theile des Baikal-Sees weſtlich von Wiluiſk nach einem Punkt aufſteigt, der im Meridian von Jakutſk (127° ½) die Breite von 68° erreicht: um ſich dort, die äußere Hülle der mehrerwähnten öſtlichen Gruppe eiförmiger concentriſcher Variations-Linien bildend, gegen Ochotſk (Lg. 140° 50′) herabzuſenken, den Bogen der kuriliſchen Inſeln zu

durchschneiden und südlich in das japanische Meer zu bringen. Die Curven von 5° bis 15° östlicher Abweichung, welche den Raum zwischen der west- und ost-asiatischen Linie ohne Abweichung füllen, haben alle einen concaven Scheitel gegen Norden gekehrt. Das Maximum ihrer Krümmung fällt nach Erman in Lg. 77° 40′, fast in einen Meridian zwischen Omsk und Tomsk: also nicht sehr verschieden von dem Meridian der Südspitze der hindostanischen Halbinsel. Die geschlossene eiförmige Gruppe erstreckt sich in ihrer Längenare 28 Breitengrade bis gen Korea.

Eine ähnliche Gestaltung, aber in noch größeren Dimensionen, zeigt sich in der Südsee. Die geschlossenen Curven bilden dort ein Oval zwischen 20° nördlicher und 42° südlicher Breite. Die Hauptare liegt in Lg. 132° 20′. Was diese seltsame Gruppe, welche dem großen Theil nach der südlichen Hemisphäre und bloß dem Meere angehört, von der continentalen Ost-Asiens vorzüglich unterscheidet, ist, wie schon oben bemerkt, die relative Folge im Werth der Variations-Curven. In der ersteren nimmt die (östliche) Abweichung ab, in der zweiten nimmt die (westliche) Abweichung zu, je tiefer man in das Innere des Ovals eindringt. Man kennt aber dieses Innere der geschlossenen Gruppe in der südlichen Halbkugel nur von 8° bis 5° Abweichung. Sollte darin ein Ring südlicher Abweichung, und noch mehr nach innen jenseits der geschlossenen Null-Linie wieder westliche Abweichung gefunden werden?

Die Curven ohne Abweichung, wie alle magnetische Linien, haben ihre Geschichte. Es steigt dieselbe leider noch nicht zwei Jahrhunderte aufwärts. Einzelne Angaben finden sich allerdings früher bis in das 14te und 15te Jahrhundert. Hansteen hat

auch hier wieder das große Verdienſt gehabt zu ſammeln und ſcharfſinnig zu vergleichen. Es ſcheint, als bewege ſich der nördliche Magnetpol von Weſt nach Oſt, der ſüdliche von Oſt nach Weſt: aber genaue Beobachtungen lehren, daß die verſchiedenen Theile der iſogoniſchen Curven ſehr ungleichmäßig fortſchreiten und da, wo ſie parallel waren, den Parallelismus verlieren; daß die Gebiete der Declination Einer Benennung in nahen Erdtheilen ſich nach ſehr verſchiedenen Richtungen erweitern und verengen. Die Linien ohne Abweichung in Weſt-Aſien und im atlantiſchen Ocean ſchreiten von Oſten nach Weſten vor: die erſtere derſelben durchſchnitt gegen 1716 Tobolſk; 1761, zu Chappe's Zeit, Jekatherinenburg, ſpäter Kaſan; 1729 war ſie zwiſchen Oſablikowo und Doskino (unfern Niſhnei-Nowgorod): alſo in 113 Jahren war ſie $24^{0}\frac{3}{4}$ in Weſten fortgerückt. Iſt die Azoren-Linie, die Chriſtoph Columbus am 13 September 1492 beſtimmte, dieſelbe, welche nach den Beobachtungen von Davis und Keeling 1607 durch das Vorgebirge der guten Hoffnung gegangen iſt[99]; dieſelbe, die wir jetzt als weſt-atlantiſche von der Mündung des Amazonenfluſſes nach dem Littoral von Nord-Carolina gerichtet ſehen: ſo fragt man, was aus der Linie ohne Abweichung geworden ſei, welche 1600 durch Königsberg, 1620 (?) durch Kopenhagen, 1657 bis 1662 durch London, und doch erſt 1666 nach Picard durch das öſtlicher gelegene Paris, ſo wie etwas vor 1668 durch Liſſabon[100] ging? Auffallend ſind diejenigen Punkte der Erde, in welchen lange Perioden hindurch kein ſeculares Fortſchreiten bemerkt worden iſt. Sir John Herſchel hat ſchon auf einen ſolchen langen Stillſtand in Jamaica[1] aufmerkſam gemacht, wie Euler[2] und Barlow[3] auf einen ähnlichen im ſüdlichen Auſtralien.

Polarlicht.

Wir haben die drei Elemente des telluriſchen Magnetismus, d. i. die drei Hauptarten ſeiner Manifeſtation: Intenſität, Inclination und Declination, in ihren von den geographiſchen Ortsverhältniſſen abhängigen, nach Tages- und Jahreszeiten veränderlichen Bewegungen ausführlich behandelt. Die außerordentlichen Störungen, welche zuerſt an der Declination beobachtet wurden, ſind, wie Halley geahndet, wie Dufay und Hiorter erkannt haben, theils Vorboten, theils Begleiter des magnetiſchen Polarlichts. Ueber die Eigenthümlichkeiten dieſes, oft durch Farbenpracht ſo ausgezeichneten Lichtproceſſes der Erde habe ich mit ziemlicher Vollſtändigkeit in dem Naturgemälde gehandelt, und neuere Beobachtungen ſind im allgemeinen den dort geäußerten Anſichten günſtig geweſen. „Das Nordlicht iſt nicht ſowohl als eine äußere Urſach der Störung in dem Gleichgewicht der Vertheilung des Erd-Magnetismus geſchildert worden; ſondern vielmehr als eine bis zum leuchtenden Phänomen geſteigerte telluriſche Thätigkeit, deren eine Seite die unruhige Schwingung der Nadel und deren andere das polare Leuchten des Himmelsgewölbes iſt.“ Das Polarlicht erſcheint nach dieſer Anſicht als eine Art ſtiller Entladung, als das Ende eines magnetiſchen Ungewitters; in dem electriſchen erneuert ſich ebenfalls durch eine Licht-Entwickelung, durch Blitze, von krachendem Donner begleitet, das geſtörte Gleichgewicht der Electricität. Die wiederholte [4] Aufſtellung einer beſtimmten Hypotheſe gewährt in einer ſo verwickelten und geheimnißvollen Erſcheinung wenigſtens den Vortheil, daß die Beſtrebungen dieſelbe zu widerlegen zu einer anhaltenderen und ſorgfältigeren Beobachtung der einzelnen Vorgänge anreizen.

Bei der rein objectiven Beschreibung dieser Vorgänge verweilend, und hauptsächlich die schöne und einzige Reihe ununterbrochener achtmonatlicher Forschungen benutzend, die wir dem Aufenthalte ausgezeichneter Physiker[5] im äußersten Norden von Scandinavien (1838 — 1839) verdanken: richten wir zuerst unsere Aufmerksamkeit auf die allmälig am Horizont aufsteigende dunkle Nebelwand, das sogenannte schwarze Segment des Nordlichts.[6] Die Schwärze ist, wie Argelander bemerkt, nicht eine Folge des Contrastes; denn sie ist bisweilen früher sichtbar, als der hellleuchtende Bogen sie zu begrenzen anfängt. Es ist ein Proceß, der in einem Theil des Luftkreises vorgeht; denn nichts beweist bisher eine materielle Beimischung, welche die Verdunkelung erregte. Die kleinsten Sterne erkennt das Fernrohr in dem schwarzen Segment, wie in den farbigen, lichten Theilen des schon völlig entwickelten Nordlichts. In den höheren Breiten scheint das schwarze Segment weit seltener zu sein als in den mittleren. Bei sehr reinem Himmel im Februar und März, wo das Polarlicht häufig war, fehlte es dort ganz; und Keilhau hat einen vollen Winter lang es in Lapland (zu Talwig) gar nicht gesehen. Durch genaue Bestimmungen von Sternhöhen zeigte Argelander, daß kein Theil des Polarlichts auf diese Höhen Einfluß ausübt. Auch außerhalb der Segmente erscheinen, doch selten, schwarze Strahlen, die Hansteen[7] und ich mehrfach haben aufsteigen sehen; mit ihnen erscheinen rundliche schwarze Flecken, welche von Lichträumen eingeschlossen sind und mit denen Siljeström sich besonders beschäftigt hat.[8] Auch in der so seltenen Nordlichts-Krone, welche durch Wirkung von linear-perspectivischen Projectionen in ihrem Höhenpunkte der Magnet-Inclination des Orts entspricht, ist die Mitte meist von

ſehr dunkler Schwärze. Bravais hält dieſe und die ſchwarzen Strahlen für optiſche Contraſt-Täuſchungen. Von den Lichtbogen erſcheinen oft mehrere zugleich, in ſeltenen Fällen 7 — 9, parallel gegen den Zenith fortſchreitend; bisweilen fehlen ſie ganz. Die Strahlenbündel und Lichtſäulen nehmen die vielfältigſten Geſtalten an: gekrümmt, guirlandenartig ausgezackt, hakenförmig, kurzgeflammt oder wallenden Segeltüchern ähnlich. [9]

In den hohen Breiten „iſt die gewöhnlich herrſchende Farbe des Polarlichts die weiße; ja die milchicht weiße, wenn die Intenſität ſchwach iſt. So wie der Farbenton lebhafter wird: geht er ins Gelbe über; die Mitte des breiten Strahls wird hochgelb, und an beiden Rändern entſteht abgeſondert Roth und Grün. Geht die Strahlung in ſchmaler Länge vor, ſo liegt das Roth oben und das Grün unten. Geht die Bewegung ſeitwärts von der Linken zur Rechten oder umgekehrt, ſo entſteht immer das Roth nach der Seite hin, wohin ſich der Strahl bewegt, und das Grün bleibt zurück.“ Sehr ſelten hat man von den grünen oder rothen Strahlen eine der Complementar-Farben allein geſehen. Blau ſieht man gar nicht; und ein dunkles Roth, wie der Reflex einer Feuersbrunſt, iſt im Norden ſo ſelten, daß Siljeſtröm es nur ein einziges Mal wahrgenommen hat. [10] Die erleuchtende Stärke des Nordlichts erreicht ſelbſt in Finmarken nie ganz die des Vollmonds.

Der, ſchon ſo lange von mir behauptete, wahrſcheinliche Zuſammenhang des Polarlichts mit der Bildung „der kleinſten und feinſten Cirrus-Wölkchen (von den Landleuten Schäfchen genannt), deren parallele Reihen in gleichen Abſtänden von einander meiſt der Richtung des magnetiſchen

Meridians folgen", hat in den neueſten Zeiten allerdings viele Vertheidiger gefunden; ob aber, wie der nordiſche Reiſende Thienemann und Admiral Wrangel wollen, die gereihten Schäfchen das Subſtrat des Polarlichts oder nicht vielmehr, wie Capitän Franklin, Dr. Richardſon und ich vermuthen, die Wirkung eines das magnetiſche Ungewitter begleitenden, von demſelben erzeugten, meteorologiſchen Proceſſes ſeien: bleibt noch unentſchieden.[11] Neben der mit der Magnet-Declination zu vergleichenden Richtung regelmäßig geordneter, feinſter Cirrus-Häufchen (Bandes polaires), hat mich auf dem mericaniſchen Hochlande (1803) und in dem nördlichen Aſien (1829) das Umdrehen der Convergenzpunkte lebhaft beſchäftigt. Wenn das Phänomen recht vollſtändig iſt: ſo bleiben die beiden ſcheinbaren Convergenzpunkte nicht feſt, der eine in Nordoſt, der andere in Südweſt (in der Richtung der Linie, welche die höchſten Punkte der bei Nacht leuchtenden Bogen des Polarlichts mit einander verbindet); ſondern ſie bewegen[12] ſich allmälig gegen Oſt und Weſt. Eine ganz ähnliche Drehung oder Translation der Linie, welche im wirklichen Nordlicht die Gipfel der Lichtbogen verbindet, indem die Füße der Lichtbogen (Stützpunkte auf dem Horizont) ſich im Azimuth verändern und von O—W gegen N—S wandern; iſt mit vieler Genauigkeit einige Male in Finmarken[13] beobachtet worden. Die Schäfchen, zu Polarſtreifen gereiht, entſprechen nach den hier entwickelten Anſichten der Lage nach den Lichtſäulen oder Strahlenbündeln, welche im Nordlicht aus den, meiſt oſt-weſtlich gerichteten Bogen gegen den Zenith aufſteigen; ſind alſo nicht mit dieſen Bogen ſelbſt zu verwechſeln, von denen Parry einen nach einer Nordlicht-Nacht bei hellem Tage erkennbar ſtehen bleiben ſah. Dieſelbe Erſcheinung hat ſich am 3 Sept. 1827 in England

wiederholt. Man erkannte bei Tage ſogar aus dem Lichtbogen aufſchießende Lichtſäulen.[14]

Es iſt mehrmals behauptet worden, daß um den nördlichen Magnetpol ein perpetuirlicher Lichtproceß am Himmelsgewölbe herrſche. Bravais, welcher 200 Nächte ununterbrochen beobachtet hat, in denen 152 Nordlichter genau beſchrieben werden konnten, verſichert allerdings, daß Nächte ohne Nordſchein ſehr exceptionell ſeien; aber er hat bei ſehr heiterer Luft und ganz freier Ausſicht auf den Horizont bisweilen nächtlich gar keine Spur des Polarlichts bemerkt, oder das magnetiſche Ungewitter erſt ſehr ſpät beginnen ſehen. Die größte abſolute Zahl der Nordlichter gehört dem Ausgang des Monats September an; und da der März eine relative Mehrheit im Vergleich mit Februar und April zu zeigen ſcheint, ſo kann man auch hier, wie bei anderen magnetiſchen Erſcheinungen, einen Zuſammenhang mit den Aequinoctien vermuthen. Zu den Beiſpielen von den Nordlichtern, die in Peru, von den Südlichtern, die in Schottland geſehen wurden, muß ein farbiges Nordlicht gezählt werden, welches der Cap. Lafond auf der Candide am 14 Januar 1831 ſüdlich von Neu-Holland in 45° Breite volle zwei Stunden lang beobachtete.[15]

Das Geräuſch wird von den franzöſiſchen Phyſikern und von Siljeſtröm in Boſſekop[16] mit eben der Beſtimmtheit geläugnet als von Thienemann, Parry, Franklin, Richardſon, Wrangel und Anjou. Die Höhe des Phänomens hat Bravais auf wenigſtens 100000 Meter (51307 Toiſen, über dreizehn geogr. Meilen) geſchätzt: wenn ein ſonſt ſehr verdienſtvoller Beobachter, Herr Farquharſon, ſie kaum zu 4000 Fuß anſchlug. Die Fundamente aller dieſer Beſtimmungen ſind ſehr

unsicher, und durch optische Täuschungen, wie durch Voraussetzungen über die reelle Identität des gleichzeitig an 2 entfernten Orten gesehenen Lichtbogens verunstaltet. Unbezweifelt dagegen ist der Einfluß des Nordlichts auf Declination, Inclination, horizontale und totale Intensität: also auf alle Elemente des Erd-Magnetismus; doch in verschiedenen Stadien der großen Erscheinung und bei einzelnen jener Elemente sehr ungleichartig. Die ausführlichsten Untersuchungen darüber sind die lapländischen von zwei verdienstvollen Beobachtern, Siljeström [17] und Bravais (1838 — 1839); wie die canadischen von Toronto (1840 — 1841), welche Sabine so scharfsinnig discutirt hat [18]. Bei unseren verabredeten gleichzeitigen Beobachtungen, die in Berlin (im Mendelssohn-Bartholdy'schen Garten), in Freiberg unter der Erde, in Petersburg, Kasan und Nikolajew angestellt wurden: wirkte das zu Alford in Aberdeenshire (Br. 57° 15′) gesehene Nordlicht vom 19 und 20 December 1829 an allen diesen Orten auf die Abweichung; an einigen, in denen auch andere Elemente des tellurischen Magnetismus untersucht werden konnten, auf Abweichung, Intensität und Inclination zugleich. [19] Während des schönen Nordlichts, das Prof. Forbes in Edinburg am 21 März 1833 beobachtete, wurde in dem Bergwerk zu Freiberg die Inclination auffallend klein, und die Abweichung so gestört, daß man kaum den Winkel ablesen konnte. Ein Phänomen, das einer besonderen Aufmerksamkeit werth scheint, ist eine Abnahme der totalen Intensität während der zunehmenden Thätigkeit des Nordlicht-Processes. Die Messungen, welche ich mit Oltmanns in Berlin während eines schönen Nordlichts am 20 December 1806 gemacht [20] und welche sich in Hansteen's „Untersuchungen über den Magnetismus der Erde" abgedruckt finden, wurden

von Sabine und den franzöſiſchen Phyſikern in Lapland 1838 beſtätigt.[21]

Wenn in dieſer ſorgfältigen Entwickelung des dermaligen Zuſtandes unſrer poſitiven Kenntniſſe von den Erſcheinungen des Erd-Magnetismus ich mich auf eine bloß objective Darſtellung da habe beſchränken müſſen, wo ſelbſt eine, nur auf Induction und Analogien gegründete, theoretiſche Gedankenverbindung noch nicht befriedigend dargeboten werden kann; ſo habe ich in meiner Arbeit eben ſo abſichtlich die geognoſtiſchen Wagniſſe vermieden, in denen man die Richtung großer Gebirgszüge und geſchichteter Gebirgsmaſſen in ihrer Abhängigkeit von der Richtung magnetiſcher Linien, beſonders der iſokliniſchen und iſodynamiſchen, betrachtet. Ich bin weit davon entfernt den Einfluß aller kosmiſchen Urkräfte, der dynamiſchen und chemiſchen, wie magnetiſcher und electriſcher Strömungen auf die Bildung kryſtalliniſcher Gebirgsarten und Ausfüllung von Gangſpalten[22] zu läugnen; aber bei der fortſchreitenden Bewegung aller magnetiſchen Linien und ihrer Geſtalt-Veränderung im Fortſchreiten kann ihre dermalige Lage uns wohl nicht über die Richtungs-Verhältniſſe der in der Urzeit zu ſehr verſchiedenen Epochen gehobenen Gebirgsketten, über die Faltung der ſich erhärtenden, Wärme ausſtrömenden Erdrinde belehren.

Anderer Art, nicht den Erd-Magnetismus im allgemeinen, ſondern nur ſehr partielle, örtliche Verhältniſſe berührend, ſind diejenigen geognoſtiſchen Erſcheinungen, welche man mit dem Namen des Gebirgs-Magnetismus[23] bezeichnen kann. Sie haben mich auf das lebhafteſte vor meiner amerikaniſchen Reiſe bei Unterſuchungen über den polariſchen Serpentinſtein des Haidberges in Franken (1796) beſchäftigt, und ſind damals in Deutſchland Veranlaſſung zu vielem,

freilich harmloſen, litterariſchen Streite geworden. Sie bieten eine Reihe ſehr zugänglicher, aber in neuerer Zeit vernachläſſigter, durch Beobachtung und Experiment überaus unvollkommen gelöſter Probleme dar. Die Stärke des Geſtein-Magnetismus kann in einzelnen abgeſchlagenen Fragmenten von Hornblende- und Chlorit-Schiefer, Serpentin, Syenit, Dolerit, Baſalt, Melaphyr und Trachyt durch Abweichung der Nadel und durch Schwingungs-Verſuche zur Beſtimmung der Intenſitäts-Zunahme geprüft werden. Man kann auf dieſem Wege, durch Vergleichung des ſpecifiſchen Gewichtes, durch Schlemmung der fein gepulverten Maſſe und Anwendung des Microſcops, entſcheiden, ob die Stärke der Polarität nicht mehrfach, ſtatt von der Quantität der eingemengten Körner Magneteiſens und Eiſen-Oxyduls, von der relativen Stellung dieſer Körner herrühre. Wichtiger in kosmiſcher Hinſicht aber iſt die, von mir längſt wegen des Haidberges angeregte Frage: ob es ganze Gebirgsrücken giebt, in denen nach entgegengeſetzten Abfällen eine entgegengeſetzte Polarität[24] gefunden wird? Eine genaue aſtronomiſche Orientirung der Lage ſolcher Magnet-Achſen eines Berges wäre dann von großem Intereſſe, wenn nach beträchtlichen Zeitperioden entweder eine Veränderung der Achſenrichtung oder eine, wenigſtens ſcheinbare Unabhängigkeit eines ſolchen kleinen Syſtems magnetiſcher Kräfte von den drei variablen Elementen des totalen Erd-Magnetismus erkannt würde.

Anmerkungen.

[1] (S. 14.) Kosmos Bd. III. S. 107 (vergl. auch Bd. II. S. 464 und 508).

[2] (S. 18.) »La loi de l'attraction réciproque au carré de la distance est celle des émanations qui partent d'un centre. Elle paraît être la loi de toutes les forces dont l'action se fait apercevoir *à des distances* sensibles, comme on l'a reconnu dans les forces électriques et magnétiques. Une des propriétés remarquables de cette loi est que, si les dimensions de tous les corps de l'univers, leurs distances mutuelles et leurs vitesses venaient à croître ou à diminuer proportionnellement, ils décriraient des courbes entièrement semblables à celles qu'ils décrivent: en sorte que l'univers, réduit ainsi successivement jusqu'au plus petit espace imaginable, offrirait toujours les mêmes apparences aux observateurs. Ces apparences sont par conséquent indépendantes des dimensions de l'univers, comme, en vertu de la loi de la proportionalité de la force à la vitesse, elles sont indépendantes du mouvement absolu qu'il peut y avoir dans l'espace.« Laplace, Exposition du Syst. du Monde (5ème ed.) p. 385.

[3] (S. 19.) Gauß, Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona 1828 S. 73. (Beide Sternwarten liegen durch ein merkwürdiges Spiel des Zufalls auf weniger als eine Hausbreite in einerlei Meridian.)

[4] (S. 19.) Bessel über den Einfluß der Unregelmäßigkeiten der Figur der Erde auf geodätische Arbeiten und ihre Vergleichung mit astronomischen Bestimmungen, in Schumacher's Astron. Nachr. Bd. XIV. No. 329 S. 270; auch Bessel und Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen 1838 S. 427--442.

[5] (S. 20.) Bessel über den Einfluß der Veränderungen des Erdkörpers auf die Polhöhen, in Lindenau und Bohnenberger, Zeitschrift für Astronomie Bd. V. 1818 S. 29. „Das Gewicht der Erde in Pfunden ausgedrückt = 9933×10^{21}, und die ortsverändernde Masse 947×10^{18}."

[6] (S. 20.) Auf die theoretischen Arbeiten jener Zeit sind gefolgt die von Maclaurin, Clairaut und d'Alembert, von Legendre und Laplace. Der letzteren Epoche ist beizuzählen das (1834) von Jacobi aufgestellte Theorem: daß Ellipsoide mit drei ungleichen Aren eben so gut unter gewissen Bedingungen Figuren des Gleichgewichts sein können als die beiden früher angegebnen Umdrehungs-Ellipsoide. (S. den Aufsatz des Erfinders, der seinen Freunden und Bewunderern so früh entrissen wurde, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. XXXIII. 1834 S. 229—233.)

[7] (S. 21.) Die erste genaue Vergleichung einer großen Zahl von Gradmessungen (der vom Hochlande von Quito; zweier ostindischer; der französischen, englischen und neuen lapländischen) wurde im 19ten Jahrhundert mit vielem Glücke von Walbeck in Abo 1819 unternommen. Er fand den mittleren Werth für die Abplattung $\frac{1}{302,781}$, für den Meridiangrad 57009',758. Leider! ist seine Arbeit (die Abhandlung De forma et magnitudine telluris) nicht vollständig erschienen. Durch eine ehrenvolle Aufforderung von Gauß angeregt, hat dieselbe Eduard Schmidt in seinem ausgezeichneten Lehrbuche der mathematischen Geographie wiederholt und verbessert, indem er sowohl die höheren Potenzen der Abplattung als die in Zwischenpunkten beobachteten Polhöhen berücksichtigte, auch die hannöversche Gradmessung, wie die von Biot und Arago bis Formentera verlängerte hinzufügte. Die Resultate erschienen, allmälig vervollkommnet, in drei Formen: in Gauß, Bestimmung der Breitenunterschiede von Göttingen und Altona 1828 S. 82; in Eduard Schmidt's Lehrbuch der mathem. und phys. Geographie 1829 Th. I. S. 183 und 194—199; und endlich in der Vorrede zu diesem Buche S. V. Das letzte Resultat ist: Meridiangrad 57008',655; Abplattung $\frac{1}{297,479}$. Der ersten Bessel'schen Arbeit ging (1830) unmittelbar voraus die wichtige Schrift Airy's: Figure of the Earth, in der

Encyclopaedia metropolitana, Ed. von 1849, p 220 und 239. (Halbe Polar-Achſe 20853810 feet = 3261163,7 Toiſen, halbe Aequatorial-Achſe 20923713 feet = 3272095,2 Toiſen, Meridian-Quadrant 32811980 feet = 5131208,0 Toiſen, Abplattung $\frac{1}{298,33}$.) Unſer großer Königsberger Aſtronom hat ſich ununterbrochen in den Jahren 1836 bis 1842 mit Berechnungen über die Figur der Erde beſchäftigt; und da ſeine frühere Arbeit von ihm durch ſpätere verbeſſert wurde, ſo iſt die Vermengung der Reſultate von Unterſuchungen aus verſchiednen Zeitepochen in vielen Schriften eine Quelle der Verwirrung geworden. Bei Zahlen, die ihrer Natur nach abhängig von einander ſind, iſt eine ſolche Vermengung, überdies noch verſchlimmert durch fehlerhafte Reductionen der Maaße (Toiſen, Meter, engl. Fuße, Meilen von 60 und 69 auf den Aequatorial-Grad), um ſo bedauernswürdiger, als dadurch Arbeiten, welche einen großen Aufwand von Anſtrengung und Zeit gekoſtet haben, in dem unvortheilhafteſten Lichte erſcheinen. Im Sommer 1837 gab Beſſel zwei Abhandlungen heraus: die eine über den Einfluß der Unregelmäßigkeit der Erdgeſtalt auf geodätiſche Arbeiten und ihre Vergleichung mit den aſtronomiſchen Beſtimmungen, die andre über die den vorhandenen Meſſungen von Meridian-Bogen am meiſten entſprechenden Aren des elliptiſchen Rotations-Sphäroids (Schum. Aſtr. Nachr. Bd. XIV. No. 329 S. 269 und No. 333 S. 345). Reſultate der Berechnung waren: halbe große Are 3271953',854; halbe kleine Are 3261072',900; Länge eines mittleren Meridiangrades, d. h. des neunzigſten Theiles des Erd-Quadranten (in der auf dem Aequator ſenkrechten Richtung), 57011',453. Ein von Puiſſant aufgefundener Fehler von 68 Toiſen in der Berechnungsart, welche im Jahr 1808 von einer Commiſſion des National-Inſtituts angewandt worden war, um die Entfernung der Parallelen von Montjouy bei Barcelona und Mola auf Formentera zu beſtimmen, veranlaßte Beſſel im Jahr 1841 ſeine frühere Arbeit über die Dimenſionen des Erdkörpers einer neuen Reviſion zu unterwerfen (Schum. Aſtr. Nachr. Bd. XIX. No. 438 S. 97—116). Es ergab dieſelbe für die Länge des Erd-Quadranten 5131179',81 (ſtatt daß bei der erſten Beſtimmung des Meters 5130740 Toiſen angenommen worden waren), und für die mittlere Länge eines Meridiangrades 57013',109 (um 0',611 mehr als der Meridiangrad unter 45° Breite). Die im Text

angeführten Zahlen sind die Resultate dieser letzten Bessel'schen Untersuchung. Die 5131180 Toisen Länge des Meridian-Quadranten (mit einem mittleren Fehler von 255',63) sind = 10000856 Metern; der ganze Erdumkreis ist also gleich 40003423 Metern (oder 5390,98 geographischen Meilen). Der Unterschied von der ursprünglichen Annahme der Commission des poids et mesures, nach welcher das Meter der vierzig-millionenste Theil des Erdumfanges sein sollte, beträgt also für den Erdumkreis 3423m oder 1756',27: fast eine halbe geogr. Meile (genau $\frac{46}{100}$). Nach der früheſten Bestimmung war die Länge des Meters festgesetzt zu 0',5130740; nach Bessel's letzter Bestimmung sollte dasselbe gleich 0',5131180 sein. Der Unterschied für die Länge des Meters ist also 0,038 Pariser Linien. Das Meter hätte nach Bessel, statt zu 443,296 Pariser Linien, was seine dermalige legale Geltung ist, zu 443,334 festgesetzt werden sollen. (Vergleiche auch über dieses sogenannte Naturmaaß Faye, Leçons de Cosmographie 1852 p. 93.)

[8] (S. 23.) Airy, Figure of the Earth in der Encycl. metrop. 1849 p. 214—216.

[9] (S. 23.) Biot, Astr. physique T. II. p. 482 und T. III. p. 482. Eine sehr genaue und um so wichtigere Parallelgrad-Messung, als sie zur Vergleichung des Niveau's des mittelländischen und atlantischen Meeres geführt hat, ist auf den Parallelkreisen der Pyrenäen-Kette von Coraboeuf, Delcros und Peytier ausgeführt worden.

[10] (S. 24.) Kosmos Bd. I. S. 175. »Il est très remarquable qu'un Astronome, sans sortir de son observatoire, en comparant seulement ses observations à l'analyse, eût pu déterminer exactement la grandeur et l'aplatissement de la terre, et sa distance au soleil et à la lune, élémens dont la connaissance a été le fruit de longs et pénibles voyages dans les deux hémisphères. Ainsi la lune, par l'observation de ses mouvemens, rend sensible à l'Astronomie perfectionnée *l'ellipticité* de la terre, dont elle fit connaître la *rondeur* aux premiers Astronomes par ses éclipses.« (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 230.) Wir haben bereits oben (Kosmos Bd. III. S. 498 und 540) eines fast analogen optischen Vorschlags von Arago erwähnt, gegründet auf die Bemerkung, daß die Intensität

des aſchfarbenen Lichtes, d. h. des Erdenlichtes, im Monde uns über den mittleren Zuſtand der Diaphanität unſerer ganzen Atmoſphäre belehren könne. Vergl. auch Airy in der Encycl. metrop. p. 189 und 236 über Beſtimmung der Erd-Abplattung durch die Bewegungen des Mondes, wie p. 231—235 über Rückſchlüſſe auf die Geſtalt der Erde aus Präceſſion und Nutation. Nach Biot's Unterſuchungen würde die letztere Beſtimmung für die Abplattung nur Grenzzahlen geben können ($\frac{1}{304}$ und $\frac{1}{578}$), die ſehr weit von einander entfernt liegen (Astron. physique 3e éd. T. II. 1844 p. 463).

[11] (S. 24.) Laplace, Mécanique céleste éd. de 1846 T. V. p. 16 und 53.

[12] (S. 24.) Kosmos Bd. II. S. 421 Anm. 1. Am früheſten iſt wohl die Anwendung des Iſochronismus der Pendel-Schwingungen in den aſtronomiſchen Schriften der Araber von Eduard Bernard in England erkannt worden; ſ. deſſen Brief aus Oxford vom April 1683 an Dr. Robert Huntington in Dublin (Philos. Transact. Vol. XII. p. 567).

[13] (S. 24.) Fréret de l'étude de la Philosophie ancienne, in den Mém. de l'Acad. des Inscr. T. XVIII. (1753) p. 100.

[14] (S. 25.) Picard, Mesure de la Terre 1671 art. 4. Es iſt kaum wahrſcheinlich, daß die in der Pariſer Akademie ſchon vor 1671 geäußerte Vermuthung über eine nach Breitengraden ſich verändernde Intenſität der Schwerkraft (Lalande, Astronomie T. III. p. 20 § 2668) dem großen Huygens zugehöre, der allerdings ſchon 1669 der Akademie ſeinen Discours sur la cause de la gravité vorgelegt hatte. Nicht in dieſer Abhandlung, ſondern in den additamentis, von denen eines nach dem Erſcheinen von Newton's Principien, deren Huygens erwähnt, (alſo nach 1687) muß vollendet worden ſein, ſpricht dieſer von der Verkürzung des Secunden-Pendels, die Richer in Cayenne vornehmen mußte. Er ſagt ſelbſt: »Maxima pars hujus libelli scripta est, cum Lutetiae degerem (bis 1681), ad eum usque locum, ubi de alteratione, quae pendulis accidit e motu Terrae.« Vergl. die Erläuterung, welche ich gegeben im Kosmos Bd. II. S. 520 Anm. 2. Die von Richer in Cayenne angeſtellten Beobachtungen wurden, wie ich im Texte

erwähnt habe, erſt 1679, alſo volle 6 Jahre nach ſeiner Rückkunft, veröffentlicht; und, was am auffallendſten iſt, in den Regiſtern der Académie des Inscriptions geſchieht während dieſer langen Zeit von Richer's wichtiger zwiefacher Beobachtung der Pendeluhr und eines einfachen Secunden-Pendels keine Erwähnung. Wir wiſſen nicht, wann Newton, deſſen früheſte theoretiſche Speculationen über die Figur der Erde höher als 1665 hinaufreichen, zuerſt Kenntniß von Richer's Reſultaten erhalten hat. Von Picard's Gradmeſſung, die ſchon 1671 veröffentlicht erſchien, ſoll Newton erſt ſehr ſpät, 1682, und zwar „zufällig durch Geſpräche in einer Sitzung der Royal Society, der er beiwohnte", Kenntniß erlangt haben: eine Kenntniß, welche, wie Sir David Brewſter gezeigt (Life of Newton p. 152), einen überaus wichtigen Einfluß auf ſeine Beſtimmung des Erd-Durchmeſſers und des Verhältniſſes des Falls der Körper auf unſerem Planeten zu der Kraft, welche den Mond in ſeinem Laufe lenkte, ausgeübt hat. Ein ähnlicher Einfluß auf Newton's Ideen läßt ſich von der Kenntniß der elliptiſchen Geſtalt des Jupiter vorausſetzen, welche Caſſini ſchon vor 1666 erkannte, aber erſt 1691 in den Mémoires de l'Académie des Sciences T. II. p. 108 beſchrieb. Sollte von einer viel früheren Publication, von welcher Lalande einige Bogen in den Händen Maraldi's ſahe, Newton etwas erfahren haben? (Vergl. Lalande, Astr. T. III. p. 335 § 3345 mit Brewſter, Life of Newton p. 162 und Kosmos Bd. I. S. 420 Anm. 99.) Bei den gleichzeitigen Arbeiten von Newton, Huygens, Picard und Caſſini iſt es, wegen der damals gewöhnlichen Zögerung in der Publication und oft durch Zufall verſpäteten Mittheilung, ſchwer, auf ſichere Spuren des wiſſenſchaftlichen Ideenverkehrs zu gelangen.

[15] (S. 26.) Delambre, Base du Syst. métrique T. III. p. 548.

[16] (S. 26.) Kosmos Bd. I. S. 422 Anm. 3; Plana, Opérations géodésiques et astronomiques pour la Mesure d'un Arc du Parallèle moyen T. II. p. 847; Carlini in den Effemeridi astronomiche di Milano per l'anno 1842 p. 57.

[17] (S. 26.) Vergl. Biot, Astronomie physique T. II. (1844) p. 464 mit Kosmos Bd. I. S. 424 Ende der Anmerkung 3 und Bd. III. S. 432, wo ich die Schwierigkeiten berühre, welche

die Vergleichung der Rotationszeit der Planeten mit ihrer beobachteten Abplattung darbietet. Auch Schubert (Astron. Th. III. S. 316) hat ſchon auf dieſe Schwierigkeit aufmerkſam gemacht. Beſſel in ſeiner Abhandlung über Maaß und Gewicht ſagt ausdrücklich: „daß die Vorausſetzung des Gleichbleibens der Schwere an einem Meſſungsorte durch neuere Erfahrungen über die langſame Erhebung großer Theile der Erdoberfläche einigermaßen unſicher geworden iſt.“

[18] (S. 26.) Airy in ſeiner vortrefflichen Arbeit on the Figure of the Earth zählte (Encycl. metropol. 1849 p. 229) im Jahr 1830 an funfzig verſchiedene Stationen mit ſicheren Reſultaten; und vierzehn andere (von Bouguer, Legentil, Lacaille, Maupertuis, La Croyère), die mit den vorigen an Genauigkeit nicht verglichen werden können.

[19] (S. 28.) Biot und Arago, Recueil d'Observ. géodésiques et astronomiques 1821 p. 526—540 und Biot, Traité d'Astr. physique T. II. 1844 p. 465—473.

[20] (S. 28.) A. a. O. p. 488. Sabine (Exper. for determining the variation in the length of the Pendulum vibrating Seconds 1825 p. 352) findet aus allen den 13 Stationen ſeiner Pendel-Expedition, trotz ihrer ſo großen Zerſtreutheit in der nördlichen Erdhälfte, $\frac{1}{288,3}$; aus dieſen, vermehrt mit allen Pendel-Stationen des British Survey und der franzöſiſchen Gradmeſſung (von Formentera bis Dünkirchen), im ganzen alſo durch Vergleichung von 25 Beobachtungspunkten, wiederum $\frac{1}{288,9}$. Auffallender iſt es, wie ſchon der Admiral Lütke bemerkt, daß, von der atlantiſchen Region weit weſtlich entfernt, in den Meridianen von Petropawlowſk und Nowo-Archangelſk die Pendellängen eine noch viel ſtärkere Abplattung, die von $\frac{1}{267}$, geben. Wie die früher allgemein angewandte Theorie des Einfluſſes von der das Pendel umgebenden Luft zu einem Rechnungsfehler führe und eine, ſchon 1786 vom Chevalier de Buat etwas undeutlich angegebene Correction nothwendig mache (wegen Verſchiedenheit des Gewichts-Verluſtes feſter Körper, wenn ſie in einer Flüſſigkeit in Ruhe oder in ſchwingender Bewegung ſind); hat Beſſel mit der ihm eigenen Klarheit analytiſch entwickelt in den Unterſuchungen über die Länge

des einfachen Secundenpendels S. 32, 63 und 126—129. „Bewegt ſich ein Körper in einer Flüſſigkeit (Luft), ſo gehört auch dieſe mit zum bewegten Syſteme; und die bewegende Kraft muß nicht bloß auf die Maſſentheile des feſten bewegten Körpers, ſondern auch auf alle bewegten Maſſentheile der Flüſſigkeit vertheilt werden.“ Ueber die Verſuche von Sabine und Baily, zu welchen Beſſel's praktiſch wichtige Pendel-Correction (Reduction auf den leeren Raum) Anlaß gegeben hatte, ſ. John Herſchel im Memoir of Francis Baily 1845 p. 17—21.

[21] (S. 28.) Kosmos Bd. I. S. 175 und 422 Anm. 2. Vergl. für die Inſel-Phänomene Sabine Pend. Exper. 1825 p. 237 und Lütke Obs. du Pendule invariable, exécutées de 1826—1829 p. 241. Daſſelbe Werk enthält eine merkwürdige Tabelle über die Natur der Gebirgsarten in 16 Pendel-Stationen (p. 239) von Melville-Inſel (Br. 79° 50′ N.) bis Valparaiſo (Br. 33° 2′ S.).

[22] (S. 29.) Kosmos Bd. I. S. 424 Anm. 5. Eduard Schmidt (mathem. und phyſ. Geographie Th. I. S. 394) hat unter den vielen Pendel-Beobachtungen, welche auf den Corvetten Descubierta und Atrevida unter Malaspina's Oberbefehl angeſtellt wurden, die 13 Stationen abgeſondert, welche der ſüdlichen Halbkugel angehören, und im Mittel eine Abplattung von $\frac{1}{280.34}$ gefunden. Mathieu folgerte auch aus Lacaille's Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und auf Ile de France, mit Paris verglichen, $\frac{1}{284,4}$; aber die Meßapparate damaliger Zeit boten nicht die Sicherheit dar, welche die Vorrichtungen von Borda und Kater und die neueren Beobachtungs-Methoden gewähren. — Es iſt hier der Ort, des ſchönen, den Scharfſinn des Erfinders ſo überaus ehrenden Experiments von Foucault zu erwähnen, welches den ſinnlichen Beweis von der Achſendrehung der Erde mittelſt des Pendels liefert, indem die Schwingungs-Ebene deſſelben ſich langſam von Oſten nach Weſten dreht (Comptes rendus de l'Acad. des Sc., séance du 3 Février 1851, T. XXXII. p. 135). Abweichungen gegen Oſten in den Fallverſuchen von Benzenberg und Reich auf Kirchthürmen und in Schachten erfordern eine ſehr beträchtliche Fallhöhe, während Foucault's Apparat ſchon bei ſechs Fuß Pendellänge die Wirkung der Erd-Rotation bemerkbar macht.

Erſcheinungen, welche aus der Rotation erklärt werden (wie Richer's Uhrgang in Cayenne, tägliche Aberration, Ablenkung des Projectilen, Paſſatwinde), ſind wohl nicht mit dem zu verwechſeln, was zu jeder Zeit durch Foucault's Apparat hervorgerufen wird, und wovon, ohne es weiter zu verfolgen, die Mitglieder der Academia del Cimento ſcheinen etwas erkannt zu haben (Antinori in den Comptes rendus T. XXXII. p. 635).

[23] (S. 30.) Im griechiſchen Alterthume wurden zwei Gegenden der Erde bezeichnet, in denen auf merkwürdige Anſchwellungen der Oberfläche nach den damals herrſchenden Meinungen geſchloſſen wurde: der hohe Norden von Aſien und das Land unter dem Aequator. „Die hohen und nackten ſcythiſchen Ebenen", ſagt Hippocrates (de aëre et aquis §. XIX p. 72 Littré), „ohne von Bergen gekrönt zu ſein, verlängern und erheben ſich bis unter den Bären." Derſelbe Glaube wurde ſchon früher dem Empedocles (Plut. de plac. philos. II, 8) zugeſchrieben. Ariſtoteles (Meteor. I, 1 a 15 p. 66 Ideler) ſagt: daß die älteren Meteorologen, welche die Sonne „nicht unter der Erde, ſondern um dieſelbe herumführten", die gegen den Norden hin angeſchwollene Erde als eine Urſach betrachteten von dem Verſchwinden der Sonne oder des Nachtwerdens. Auch in der Compilation der Probleme (XXVI, 15 pag. 941 Bekker) wird die Kälte des Nordwindes der Höhe des Bodens in dieſer Weltgegend zugeſchrieben. In allen dieſen Stellen iſt nicht von Gebirgen, ſondern von Anſchwellung des Bodens in Hochebenen die Rede. Ich habe bereits an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 58) gezeigt, daß Strabo, welcher allein ſich des ſo charakteriſtiſchen Wortes ὀροπέδια bedient, für Armenien (XI p. 522 Caſaub.), für das von wilden Eſeln bewohnte Lycaonien (XII p. 568) und für Ober-Indien, im Goldlande der Derden (XV p. 706), die Verſchiedenheit der Klimate durch geographiſche Breite überall von der unterſcheidet, welche der Höhe über dem Meere zugeſchrieben werden muß. „Selbſt in ſüdlichen Erdſtrichen", ſagt der Geograph von Amaſia, „iſt jeder hohe Boden, wenn er auch eine Ebene iſt, kalt" (II p. 73). — Für die ſehr gemäßigte Temperatur unter dem Aequator führen Eratoſthenes und Polybius nicht allein den ſchnelleren Durchgang der Sonne (Geminus, Elem. Astron. c. 13; Cleom. cycl. theor. I, 6), ſondern vorzugsweiſe die

Anſchwellung des Bodens an (ſ. mein Examen crit. de la Géogr. T. III. p. 150—152). Beide behaupten nach dem Zeugniß des Strabo (II p. 97): „daß der dem Gleicher unterliegende Erdſtrich der höchſte ſei; weshalb er auch beregnet werde, da bei dem Eintreten der nach den Jahreszeiten wechſelnden Winde ſehr viel nördliches Gewölk an der Höhe anhinge.“ Von dieſen beiden Meinungen über die Erhöhung des Bodens im nördlichen Aſien (dem ſcythiſchen Europa des Herodot) und in der Aequatorial-Zone hat die erſte, mit der dem Irrthum eigenthümlichen Kraft, faſt zweitauſend Jahre ſich erhalten, und zu der geologiſchen Mythe von dem ununterbrochenen tartariſchen Hochlande nördlich vom Himalaya Anlaß gegeben: während daß die andere Meinung nur gerechtfertigt werden konnte für eine in Aſien außerhalb der Tropenzone belegene Gegend: für die coloſſale „Hoch- oder Gebirgsebene Meru“, welche in den älteſten und edelſten Denkmälern indiſcher Poeſie gefeiert wird (ſ. Wilſon's Dict. Sanscrit and English 1832 p. 674, wo Meru als Hochebene gedeutet wird). Ich habe geglaubt in dieſe umſtändliche Entwickelung eingehen zu müſſen, um die Hypotheſe des geiſtreichen Fréret zu widerlegen, der, ohne Stellen griechiſcher Schriftſteller anzuführen, und nur auf eine einzige vom Tropenregen anſpielend, jene Meinungen von localen Anſchwellungen des Bodens auf Abplattung oder Verlängerung der Pole deutet. »Pour expliquer les pluyes«, ſagt Fréret (Mém. de l'Acad. des Inscriptions T. XVIII. 1753 p. 112), »dans les régions équinoxiales que les conquêtes d'Alexandre firent connoître, on imagina des courans qui pouſſoient les nuages des pôles vers l'équateur, où, au défaut des montagnes qui les arrêtoient, les nuages l'étaient par la hauteur générale de la Terre, dont la ſurface ſous l'équateur ſe trouvoit plus éloignée du centre que ſous les pôles. Quelques phyſiciens donnèrent au globe la figure d'un ſphéroïde renflé ſous l'équateur et aplati vers les pôles. Au contraire dans l'opinion de ceux des anciens qui croyoient la terre alongée aux pôles, le pays voiſin des pôles ſe trouvoit plus éloigné du centre que ſous l'équateur.« Ich kann kein Zeugniß des Alterthums auffinden, welches dieſe Behauptungen rechtfertigte. Im dritten Abſchnitt des erſten Buches des Strabo (pag. 48 Caſaub.) heißt es ausdrücklich: „Nachdem Eratoſthenes geſagt hat, daß die ganze Erde kugelförmig

ſei, doch nicht wie von der Drehbank (ein Ausdruck, dem Herodot IV, 36 entlehnt), und manche Abweichungen habe; führt er viele Umgeſtaltungen an, welche durch Waſſer und Feuer, durch Erdbeben, unterirdiſche Windſtöße (elaſtiſche Dämpfe?) und andere dergleichen Urſachen erfolgen: aber auch hier die Ordnung nicht beachtend. Denn die Kugelrundung um die ganze Erde erfolgt aus der Anordnung des Ganzen, und ſolche Umgeſtaltungen verändern das Ganze der Erde gar nicht; das Kleine verſchwindet im Großen." Später heißt es, immer nach Groskurd's ſehr gelungener Ueberſetzung: „daß die Erde mit der See kugelförmig ſei, und eine und dieſelbe Oberfläche bilde mit den Meeren. Das Hervorragende des Landes, welches unbedeutend iſt und unbemerkt bleiben kann, verliert ſich in ſolcher Größe: ſo daß wir die Kugelgeſtalt in ſolchen Fällen nicht ſo beſtimmen wie nach der Drehbank, auch nicht wie der Meßkünſtler nach dem Begriffe, ſondern nach ſinnlicher und zwar gröberer Wahrnehmung." (Strabo II p. 112.) „Die Welt iſt zugleich ein Werk der Natur und der Vorſehung; Werk der Natur, indem alles gegen einen Punkt, die Mitte des Ganzen, ſich zuſammenneigt, und ſich um denſelben rundet: das weniger Dichte (das Waſſer) das Dichtere (die Erde) enthaltend." (Strabo XVII p. 809.) Wo bei den Griechen von der Figur der Erde gehandelt wird, heißt es bloß (Cleom. cycl. theor. I, 8 p. 51): daß man ſie mit einer flachen oder in der Mitte vertieften Scheibe, mit einem Cylinder (Anarimander), mit einem Cubus, einer Pyramide verglichen; und endlich allgemein, trotz des langen Streits der Epicuräer, welche die Anziehung nach dem Centrum läugneten, für eine Kugel gehalten habe. Die Idee der Abplattung hat ſich der Phantaſie nicht dargeboten. Die längliche Erde des Democritus war nur die in Einer Dimenſion verlängerte Scheibe des Thales. Der Paukenform, τὸ σχῆμα τυμπανοειδές, welche vorzugsweiſe dem Leucippus zugeſchrieben wird (Plut. de plac. philos. III, 10; Galen. hist. phil. cap. 21; Ariſtot. de Coelo II, 13 pag. 293 Bekker), liegt ſchon zum Grunde die Vorſtellung einer Halbkugel mit ebener Baſis, welche vielleicht den Gleicher bezeichnet, während die Krümmung als die οἰκουμένη gedacht wurde. Eine Stelle des Plinius IX, 54 über die Perlen erläutert dieſe Geſtaltung: wogegen Ariſtoteles, Meteorol. II, 5 a 10 (Ideler T. I. p. 563), nur eine Vergleichung von Kugel-

ſegmenten mit dem Tympan darbietet, wie auch aus dem Commentar des Olympiodor (Ideler T. I. p. 301) erhellt. Ich habe abſichtlich in dieſer Ueberſicht nicht zweier mir wohl bekannten Stellen des Agathemer (de Geographia, lib. I cap. 1 p. 2 Hudſon) und des Euſebius (Evangel. Praeparat. T. IV. p. 125 ed. Gaisford 1843) gedacht: weil ſie beweiſen, mit welcher Ungenauigkeit oft ſpätere Schriftſteller den Alten Meinungen zuſchreiben, die denſelben ganz fremd waren. „Eudorus ſoll nach dieſen Angaben der Erdſcheibe eine Länge und Breite im Verhältniß der Dimenſionen wie 1 zu 2 gegeben haben; eben ſo Dicäarch, der Schüler des Ariſtoteles, welcher doch eigene Beweiſe für die Kugelgeſtalt der Erde (Marcian. Capella lib. VI p. 192) vortrug. Hipparch habe die Erde für τραπεζοειδής und Thales für eine Kugel gehalten!"

[24] (S. 30.) „Mir ſcheint es oft, als nenne man bisweilen die Abplattung der Erde faſt nur deshalb etwas zweifelhaft, weil man zu große Genauigkeit erreichen will. Nimmt man die Abplattungen zu $\frac{1}{310}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{290}$, $\frac{1}{280}$; ſo erhält man den Unterſchied beider Halbmeſſer gleich 10554, 10905, 11281 und 11684 Toiſen. Das Schwanken von 30 Einheiten im Nenner erzeugt nur ein Schwanken von 1130 Toiſen in dem Polar-Halbmeſſer: eine Größe, die vergleichungsweiſe mit den ſichtbaren Ungleichheiten der Oberfläche der Erde ſo wenig weſentlich erſcheint, daß ich wirklich oft erſtaune, wie die Experimente noch innerhalb ſolcher Grenzen zuſammenſtimmen. Zerſtreute Beobachtungen, auf weiten Flächen vereinzelt, werden uns allerdings wenig mehr lehren, als wir ſchon wiſſen; aber wichtig wäre es, wenn man alle Meſſungen über die ganze Oberfläche von Europa mit einander verbände und alle aſtronomiſch beſtimmten Punkte in dieſe Operation hineinzöge." (Beſſel in einem Briefe an mich vom Dec. 1828.) Nach dieſem Vorſchlage würde man aber doch nur die Erdgeſtaltung von dem kennen lernen, was man als die gegen Weſten vortretende Peninſular-Gliederung des großen aſiatiſchen Continents, in kaum $66\frac{1}{2}$ Längegraden, betrachten kann. — Die Steppen des nördlichen Aſiens, ſelbſt die mittlere Kirghiſen-Steppe, von der ich einen beträchtlichen Theil geſehen, ſind oft hügelig und in Hinſicht der Raumverhältniſſe ununterbrochener Söhligkeit im großen keinesweges mit den Pampas von Buenos Aires und den Llanos von Venezuela

zu vergleichen. Dieſe letzteren, weit von Gebirgsketten entfernt, und in der nächſten Erdrinde mit Flözformationen und Tertiärſchichten von ſehr gleicher und geringer Dichtigkeit bedeckt, würden durch Anomalien in den Ergebniſſen der Pendel-Schwingungen ſehr reine und ſehr entſcheidende Reſultate über die örtliche Conſtitution der tiefen inneren Erdſchichten liefern können. Vergleiche meine Anſichten der Natur Bd. I. S. 4, 12 und 47—50.

[25] (S. 31.) Bouguer, welcher La Condamine zu dem Experimente über die Ablenkung der Lothlinie durch den Chimborazo aufforderte, erwähnt in der Figure de la Terre p. 364—394 allerdings des Vorſchlages von Newton nicht. Leider! beobachtete der unterrichtetſte der beiden Reiſenden nicht an entgegengeſetzten Seiten des coloſſalen Berges, in Oſten und Weſten; ſondern (Dec. 1738) in zwei Stationen an einer und derſelben Seite: einmal in der Richtung Süd 61°½ Weſt (Entfernung vom Centrum der Gebirgsmaſſe 4572 Toiſen), und dann in Süd 16° Weſt (Entf. 1753 T.). Die erſte Station lag in einer mir wohl bekannten Gegend, wahrſcheinlich unter der Höhe, wo der kleine Alpenſee Yana-Cocha ſich befindet; die andere in der Bimsſtein-Ebene des Arenal. (La Condamine, Voyage à l'Équateur p. 68—70.) Die Ablenkung, welche die Sternhöhen angaben, war gegen alle Erwartung nur 7″,5: was von den Beobachtern ſelbſt der Schwierigkeit der Beobachtung (der ewigen Schneegrenze ſo nahe), der Ungenauigkeit der Inſtrumente, und vor allem den vermutheten großen Höhlungen des coloſſalen Trachytberges zugeſchrieben wurde. Gegen dieſe Annahme ſehr großer Höhlungen und die deshalb vermuthete ſehr geringe Maſſe des Trachyt-Domes des Chimborazo habe ich aus geologiſchen Gründen manchen Zweifel geäußert. Süd-ſüd-öſtlich vom Chimborazo, nahe bei dem indiſchen Dorfe Calpi, liegt der Eruptions-Kegel Yana-Urcu, welchen ich mit Bonpland genau unterſucht und welcher gewiß neueren Urſprungs als die Erhebung des großen glockenförmigen Trachytberges iſt. An dem letzteren iſt von mir und von Bouſſingault nichts kraterartiges aufgefunden worden. S. die Beſteigung des Chimborazo in meinen Kleinen Schriften Bd. I. S. 138.

[26] (S. 31.) Baily, Exper. with the Torsion Rod for determining the mean Density of the Earth 1843 p. 6; John Herſchel, Memoir of Francis Baily 1845 p. 24.

[27] (S. 32.) Reich, neue Verſuche mit der Drehwage, in den Abhandl. der mathem. phyſiſchen Claſſe der Kön. Sächſiſchen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Leipzig 1852 Bd. I. S. 405 und 418. Die neueſten Verſuche meines vortrefflichen Freundes, des Prof. Reich, nähern ſich etwas mehr der ſchönen Arbeit von Baily. Ich habe das Mittel (5,5772) gezogen aus den Verſuchs-Reihen: a) mit der Zinnkugel und dem längeren, dickeren Kupferdrathe: 5,5712, bei wahrſcheinlichem Fehler von 0,0113; b) mit der Zinnkugel und dem kürzeren, dünneren Kupferdrath, wie mit der Zinnkugel und dem biſilaren Eiſendrath: 5,5832, bei wahrſcheinlichem Fehler von 0,0149. Mit Berückſichtigung dieſer Fehler in a und b iſt das Mittel 5,5756. Das Reſultat von Baily (5,660), freilich durch zahlreichere Verſuche erhalten, könnte doch wohl eine etwas zu große Dichtigkeit geben, da es ſcheinbar um ſo mehr anwuchs, als die angewandten Kugeln (Glas oder Elfenbein) leichter waren. (Reich in Poggendorff's Annalen Bd. LXXXV. S. 190. Vergl. auch Whitehead Hearn in den Philos. Transact. for 1847 p. 217—229.) — Die Bewegung des Torſions-Balkens wurde von Baily nach dem Vorgange von Reich mittelſt des Bildes beobachtet, welches, wie bei den magnetiſchen Beobachtungen von Gauß, ein an der Mitte des Balkens befeſtigter Spiegel von einer Scale reflectirte. Der, ſo überaus wichtige, die Genauigkeit des Ableſens vermehrende Gebrauch eines ſolchen Spiegels iſt von Poggendorff ſchon im Jahr 1826 vorgeſchlagen worden (Annalen der Phyſik Bd. VII. S. 121).

[28] (S. 33.) Laplace, Mécanique céleste éd. de 1846 T. V. p. 57. Das mittlere ſpecifiſche Gewicht des Granits iſt höchſtens auf 2,7 anzuſchlagen, da der zweiachſige weiße Kali-Glimmer und der grüne einachſige Magneſia-Glimmer 2,85 bis 3,1; und die übrigen Beſtandtheile der Gebirgsart, Quarz und Feldſpath, 2,56 und 2,65 ſind. Selbſt Oligoklas hat nur 2,68. Wenn auch Hornblende bis 3,17 ſteigt, ſo bleibt der Syenit, in welchem Feldſpath ſtets vorwaltet, doch tief unter 2,8. Da Thonſchiefer 2,69—2,78; unter den Kalkſteinen nur reiner Dolomit 2,88 erreicht; Kreide 2,72; Gyps und Steinſalz 2,3: ſo halte ich die Dichtigkeit der uns erkennbaren Continental-Rinde der Erde für näher an 2,6 als an 2,4. Laplace hat, in der Vorausſetzung, daß die Dichtigkeit von der Oberfläche nach dem Mittelpunkte in

arithmetiſcher Progreſſion zunehme, und unter der, gewiß irrigen Annahme, daß die Dichtigkeit der oberen Schicht = 3 iſt, für die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde 4,7647 gefunden: welches bedeutend von den Reſultaten von Reich 5,577 und Baily 5,660 abweicht; weit mehr, als die wahrſcheinlichen Fehler der Beobachtung geſtatten. Durch eine neue Discuſſion der Hypotheſe von Laplace in einer intereſſanten Abhandlung, welche bald in Schumacher's Aſtr. Nachrichten erſcheinen wird, iſt Plana zu dem Reſultate gelangt: daß durch eine veränderte Behandlung dieſer Hypotheſe ſowohl die Reich'ſche mittlere Dichtigkeit der Erde als die von mir auf 1,6 geſchätzte Dichtigkeit der trocknen und oceaniſchen Oberflächenſchicht, ſo wie die Ellipticität, innerhalb der für dieſe letztere Größe wahrſcheinlichen Grenzen, ſehr angenähert dargeſtellt werden können. »Si la compressibilité des substances dont la Terre est formée (ſagt der Turiner Geometer), a été la cause qui a donné à ses couches des formes régulières, à peu près elliptiques, avec une densité croissante depuis la surface jusqu'au centre; il est permis de penser que ces couches, en se consolidant, ont subi des modifications, à la vérité fort petites, mais assez grandes pour nous empêcher de pouvoir dériver, avec toute l'exactitude que l'on pourrait souhaiter, l'état de la Terre solide de son état antérieur de fluidité. Cette réflexion m'a fait apprécier davantage la première hypothèse, proposée par l'auteur de la *Mécanique céleste*, et je me suis décidé à la soumettre à une nouvelle discussion.«

[29] (S. 33.) Vergl. Petit »sur la latitude de l'Observatoire de Toulouse, la densité moyenne de la chaîne des Pyrénées, et la probabilité qu'il existe un vide sous cette chaîne«, in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXIX. 1849 p. 730.

[30] (S. 34.) Kosmos Bd. I. S. 183 und 427 Anm. 10.

[31] (S. 34.) Hopkins (Physical Geology) im Report of the British Association for 1838 p. 92; Philos. Transact. 1839 P. II. p. 381 und 1840 P. I. p. 193; Henry Henneſſey (Terrestrial Physics) in den Philos. Transact. 1851 P. II. p. 504 und 525.

[32] (S. 34.) Kosmos Bd. I. S. 249 und 450—452 Anm. 95.

[33] (S. 35.) Die von Walferdin mitgetheilten Beobachtungen ſind von dem Herbſt 1847. Sie ſind ſehr wenig abweichend von

den Resultaten (Kosmos Bd. I. S. 181 Anm. 8, Comptes rendus T. XI. 1840 p. 707), welche ebenfalls mit dem Walferdin'schen Apparate Arago 1840 erhielt in 505" Tiefe, als der Bohrer eben die Kreide verlassen hatte und in den Gault einzudringen anfing.

[34] (S. 36.) Nach handschriftlichen Resultaten von dem Berghauptmann von Oeynhausen. Vergl. Kosmos Bd. I. S. 416 Anm. 94 und S. 426 Anm. 8; auch Bischof, Lehrbuch der chem. und phys. Geologie Bd. I. Abth. 1. S. 154—163. In absoluter Tiefe kommt das Bohrloch zu Mondorf im Großherzogthum Luxemburg (2066 Fuß) dem von Neu-Salzwerk am nächsten.

[35] (S. 36.) Kosmos Bd. I. S. 426 und Mémoires de la Société d'hist. naturelle de Genève T. VI. 1833 p. 243. Die Vergleichung einer großen Zahl arteſiſcher Brunnen in der Nähe von Lille mit denen von Saint-Ouen und Genf könnte auf einen beträchtlicheren Einfluß der Leitungsfähigkeit der Erd- und Geſteinſchichten ſchließen laſſen, wenn die Genauigkeit der numeriſchen Angaben gleich ſicher wäre (Poiſſon, Théorie mathématique de la Chaleur p. 421).

[36] (S. 37.) In einer Tabelle von 14 Bohrlöchern, die über 100 Meter Tiefe haben, aus den verſchiedenſten Theilen von Frankreich, führt Bravais in ſeiner lehrreichen encyclopädiſchen Schrift Patria 1847 p. 145 neun auf, in welchen die einem Grad zugehörige Temperatur-Zunahme zwiſchen 27 und 39 Meter fällt, von dem im Text gegebenen Mittel von 32 Metern zu beiden Seiten um 5 bis 6 Meter abweichend. (Vergl. auch Magnus in Poggend. Ann. Bd. XXII. 1831 S. 146.) Im ganzen ſcheint die Temperatur-Zunahme ſchneller in arteſiſchen Brunnen von ſehr geringer Tiefe; doch machen die ſehr tiefen Brunnen von Monte Maſſi in Toscana und Neuffen am nordweſtlichen Theil der ſchwäbiſchen Alp davon ſonderbare Ausnahmen.

[37] (S. 38.) Quetelet im Bulletin de l'Acad. de Bruxelles 1836 p. 75.

[38] (S. 38.) Forbes, Exper. on the temperature of the Earth at different depths in den Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 1849 Part 2. p. 189.

[39] (S. 39.) Alle Zahlen die Temperatur der Caves de l'Observatoire betreffend ſind aus Poiſſon, Théorie mathématique de la Chaleur p. 415 und 462 entlehnt. Dagegen

enthält das Annuaire météorologique de la France von Martins und Haeghens 1849 p. 88 abweichende Correctionen des Lavoisier'schen unterirdischen Thermometers durch Gay-Lussac. Im Mittel aus 3 Ablesungen (Junius bis August) gab jenes Thermometer 12°,193: wenn Gay-Lussac die Temperatur zu 11°,843 fand; also Differenz 0°,350.

[40] (S. 39.) Cassini in den Mém. de l'Acad. des Sciences 1786 p. 511.

[41] (S. 40.) Bousſingault »sur la profondeur à laquelle on trouve dans la zone torride la couche de température invariable«, in den Annales de Chimie et de Physique T. LIII. 1833 p. 225—247. Einwendungen gegen die in dieſer Abhandlung empfohlene und in Südamerika durch ſo viele genaue Verſuche bewährte Methode ſind von John Caldecott, dem Aſtronomen des Rajah von Travancore, und vom Cap. Newbold in Indien gemacht worden. Der Erſtere fand zu Trevandrum (Edinb. Transact. Vol. XVI. Part 3. p. 379—393) die Boden-Temperatur in 3 Fuß Tiefe und darunter (alſo tiefer, als Bouſſingault vorſchreibt) 85° und 86° Fahr., wenn die mittlere Luft-Temperatur zu 80°,02 Fahr. angegeben wird. Newbold's Verſuche (Philos. Transact. for the year 1845 Part 1. p. 133) zu Bellary (Br. 15° 5′) gaben für 1 Fuß Tiefe von Sonnen-Aufgang bis 2 U. nach der Culmination noch eine Temperatur-Vermehrung von 4, aber zu Caſſargode (Br. 12° 29′) bei bewölktem Himmel von 1½ Fahrenheit'ſchen Graden. Sollten die Thermometer wohl gehörig bedeckt, vor der Inſolation geſchützt geweſen ſein? Vergl. auch D. Forbes, Exper. on the temp. of the Earth at different depths in den Edinb. Transact. Vol. XVI. Part 2. p. 189. Oberſt Acoſta, der verdiente Geſchichtsſchreiber von Neu-Granada, hat ſeit einem Jahre zu Guaduas am ſüdweſtlichen Abfall des Hochlandes von Bogota, wo die mittlere Temperatur des Jahres 23°,8 iſt, in 1 Fuß Tiefe, und zwar in einem bedeckten Raume, eine lange Reihe von Beobachtungen gemacht, welche Bouſſingault's Behauptung vollkommen bekräftigen. Letzterer meldet: »Les Observations du Colonel Acosta, dont Vous connaissez la grande précision en tout ce qui intéresse la Météorologie, prouvent que, *dans les conditions d'abri*, la Température reste constante entre les tropiques à une très petite profondeur.«

[42] (S. 41.) Ueber Gualgayoc (oder Minas de Chota) und Micuipampa ſ. Humboldt, Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 324.

[43] (S. 41.) Essai polit. sur le Roy. de la Nouv. Espagne (2ème éd.) T. III. p. 201.

[44] (S. 43.) E. von Baer in Middendorff's ſibiriſcher Reiſe Bd. I. S. VII.

[45] (S. 43.) Der Kaufmann Fedor Schergin, Verwalter vom Comptoir der ruſſiſch-amerikaniſchen Handlungs-Geſellſchaft, fing im Jahr 1828 an in dem Hofe eines dieſer Geſellſchaft gehörigen Hauſes einen Brunnen zu graben. Da er bis zu der Tiefe von 90 Fuß, die er 1830 erreichte, nur gefrorenes Erdreich und kein Waſſer fand, ſo gab er die Arbeit auf: bis der Admiral Wrangel, der auf ſeinem Wege nach Sitcha im ruſſiſchen Amerika Jakutſk berührte, und einſah, welches große wiſſenſchaftliche Intereſſe an die Durchſenkung der unterirdiſchen Eisſchicht geknüpft ſei, Herrn Schergin aufforderte das Vertiefen des Schachtes fortzuſetzen. So erreichte derſelbe bis 1837 volle 382 engliſche Fuß unter der Oberfläche, immer im Eiſe bleibend.

[46] (S. 44.) Middendorff, Reiſe in Sib. Bd. I. S. 125—133. „Schließen wir", ſagt Middendorff, „diejenigen Tiefen aus, welche noch nicht ganz 100 Fuß erreichen, weil ſie nach den bisherigen Erfahrungen in Sibirien in den Bereich der jährlichen Temperatur-Veränderungen gehören; ſo bleiben doch noch ſolche Anomalien in der partiellen Wärme-Zunahme, daß dieſelben für 1° R. von 150 zu 200 F. nur 66, von 250 bis 300 F. dagegen 217 engl. Fuß betragen. Wir müſſen uns alſo bewogen fühlen auszuſprechen, daß die bisherigen Ergebniſſe der Beobachtung im Schergin-Schachte keineswegs genügen, um mit Sicherheit das Maaß der Temperatur-Zunahme zu beſtimmen; daß jedoch (trotz der großen Abweichungen, die in der verſchiedenen Leitungsfähigkeit der Erdſchichten, in dem ſtörenden Einfluſſe der äußeren herabſinkenden Luft oder der Tagewaſſer gegründet ſein können) die Temperatur-Zunahme auf 1° R. nicht mehr als 100 bis 117 engliſche Fuß betrage." Das Reſultat 117 engl. Fuß iſt das Mittel aus den 6 partiellen Temperatur-Zunahmen (von 50 zu 50 Fuß) zwiſchen 100 und 382 Fuß Schachttiefe. Vergleiche ich die Luft-Temperatur des Jahres zu Jakutſk (— 8°,13 R.) mit der durch Beobachtung

gegebenen mittleren Temperatur des Eiſes (—2°,40 R.) in der größten Tiefe (382 engl. Fuß), ſo finde ich $66^{3}/_{5}$ engl. Fuß für 1° R. Hundert Fuß giebt die Vergleichung des Tiefſten mit der Temperatur, welche in 100 Fuß Schachttiefe herrſcht. Aus den ſcharfſinnigen numeriſchen Unterſuchungen von Middendorff und Peters über die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit der atmoſphäriſchen Temperatur-Veränderungen, über Kälte- und Wärme-Gipfel (Middend. S. 133—157 und 168—175) folgt: daß in den verſchiedenen Bohrlöchern, in den geringen oberen Tiefen von 7 bis 20 Fuß, „ein Steigen der Temperatur vom März bis October, und ein Sinken der Temperatur vom November bis April ſtatt findet, weil Frühjahr und Herbſt die Jahreszeiten ſind, in welchen die Veränderungen der Luft-Temperatur am bedeutendſten ſind“ (S. 142 und 145). Selbſt ſorgfältig verdeckte Gruben kühlen ſich in Nord-Sibirien allmälig aus durch vieljährige Berührung der Luft mit den Schachtwänden. Im Schergin-Schachte hat jedoch in 18 Jahren dieſe Berührung kaum $^{1}/_{2}$ Grad Temperatur-Erniedrigung hervorgebracht. Eine merkwürdige und bisher unerklärte Erſcheinung, die ſich auch in dem Schergin-Schachte dargeboten hat, iſt die Erwärmung, welche man im Winter bisweilen in den tieferen Schichten allein bemerkt hat, „ohne nachweisbaren Einfluß von außen“ (S. 156 und 178). Noch auffallender ſcheint es mir, daß im Bohrloch zu Wedenſk an der Päſina bei einer Luft-Temperatur von —28° R. in der ſo geringen Tiefe von 5 bis 8 Fuß nur —2°,5 gefunden wurden! Die Iſogeothermen, auf deren Richtung Kupffer's ſcharfſinnige Unterſuchungen zuerſt geleitet haben (Kosmos Bd. I. S. 445), werden noch lange Zeit ungelöſte Probleme darbieten. Die Löſung iſt beſonders ſchwierig da, wo das vollſtändige Durchſinken der Bodeneis-Schicht eine langdauernde Arbeit iſt. Als ein bloßes Local-Phänomen, nach des Ober-Hütten-Verwalters Slobin's Anſicht durch die aus Gewäſſern niedergeſchlagenen Erdſchichten entſtanden, darf jetzt das Bodeneis bei Jakutſk nicht mehr betrachtet werden (Midd. S. 167).

[47] (S. 45.) Middendorff Bd. I. S. 160, 164 und 179. In dieſen numeriſchen Angaben und Vermuthungen über die Dicke des Eisbodens wird eine Zunahme der Temperatur nach arithmetiſcher Progreſſion der Tiefen vorausgeſetzt. Ob in größeren Tiefen eine Verlangſamung der Wärme-Zunahme eintrete, iſt theoretiſch

ungewiß; und daher von spielenden Berechnungen über die Temperatur des Erd-Centrums in Strömung erregenden geschmolzenen heterogenen Gebirgsmassen abzurathen.

[48] (S. 45.) Schrenk's Reise durch die Tundern der Samojeden 1848 Th. I. S. 597.

[49] (S. 45.) Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 428.

[50] (S. 46.) Vergl. meines Freundes G. von Helmersen Versuche über die relative Wärme-Leitungsfähigkeit der Felsarten (Mém. de l'Académie de St. Pétersbourg: Mélanges physiques et chimiques 1851 p. 32).

[51] (S. 47.) Middendorff Bd. I. S. 166 verglichen mit S. 179. „Die Curve des anfangenden Eisbodens scheint in Nord-Asien zwei gegen Süden convexe Scheitel: einen schwach gekrümmten am Obi und einen sehr bedeutenden an der Lena, zu haben. Die Grenze des Eisbodens läuft von Berefow am Obi gegen Turuchansk am Jenisei; dann zieht sie sich zwischen Witimsk und Olekminsk auf das rechte Ufer der Lena, und, zum Norden hinansteigend, ostwärts."

[52] (S. 49.) Die Hauptstelle von der magnetischen Kette von Ringen ist im Platonischen Jon pag. 533 D, E ed. Steph. Später erwähnen dieser Fortpflanzung der anziehenden Wirkung außer Plinius (XXXIV, 14) und Lucrez (VI, 910) auch Augustinus (de civitate Dei XX, 4) und Philo (de Mundi opificio pag. 32 D ed. 1691).

[53] (S. 49.) Kosmos Bd. I. S. 194 und 435 Anm. 32, Bd. II. S. 293—295, 317—322, 468 Anm. 59 und 481—482 Anm. 91—93.

[54] (S. 50.) Vergl. Humboldt, Asie centrale T. I. p. XL—XLII und Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. III. p. 35. Eduard Biot, der die Klaproth'schen Untersuchungen über das Alter des Gebrauchs der Magnetnadel in China durch mühsame bibliographische Studien, theils allein, theils mit Beihülfe meines gelehrten Freundes Stanislas Julien, bekräftigt und erweitert hat, führt eine ältere Tradition an, die sich aber erst bei Schriftstellern aus den ersten christlichen Jahrhunderten findet, nach welcher Magnetwagen schon unter dem Kaiser Hoang-ti gebraucht wurden. Dieser berühmte Monarch soll 2600 Jahre vor unserer Zeitrechnung (d. i. tausend Jahre vor der Vertreibung der

Hykſos aus Aegypten) regiert haben. Ed. Biot sur la direction de l'aiguille aimantée en Chine in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XIX. 1844 p. 362.

[55] (S. 50.) Kosmos Bd. I. S. 194 und 435 Anm. 31. Ariſtoteles ſelbſt (de Anima I, 2) ſpricht nur von der Beſeelung des Magnetſteins als einer Meinung des Thales. Diogenes Laertius dehnt aber die Meinung beſtimmt auf den Bernſtein aus, indem er ſagt: „Ariſtoteles und Hippias behaupten von der Lehre des Thales ....“ Der Sophiſt Hippias aus Elis, der alles zu wiſſen wähnte, beſchäftigte ſich mit Naturkunde, und ſo auch mit den älteſten Traditionen aus der phyſiologiſchen Schule. Der „anziehende Windeshauch“, welcher, nach dem chineſiſchen Phyſiker Kuopho, „den Magnet und den Bernſtein durchweht“, erinnert, nach Buſchmann's mexicaniſchen Sprachunterſuchungen, an den aztekiſchen Namen für den Magnet: tlaihioanani teli, bedeutend: „der durch den Hauch an ſich ziehende Stein“ (von ihiotl Hauch, Athem, und ana ziehen).

[56] (S. 51.) Was Klaproth über dieſen merkwürdigen Apparat dem Penthſaoyan entnommen, iſt umſtändlicher in dem Mung-khi-pi-than aufgefunden worden; Comptes rendus T. XIX. p. 365. Warum wird wohl in dieſer letzteren Schrift, wie auch in einem chineſiſchen Kräuterbuche geſagt: die Cypreſſe weiſt nach dem Weſten, und allgemeiner: die Magnetnadel weiſt nach dem Süden? Iſt hier eine üppigere Entwicklung der Zweige nach Sonnenſtand oder vorherrſchender Windrichtung gemeint?

[57] (S. 56.) Kosmos Bd. II. S. 469—472. Zu der Zeit König Eduards III von England: als, wie Sir Nicholas Harris Nicolas (History of the Royal Navy 1847 Vol. II. p. 180) erwieſen hat, immer nach dem Compaß, damals sailstone dial, sailing needle oder adamante genannt, geſchifft wurde; ſieht man zur Ausrüſtung des »King's ship the George« im Jahr 1345 in dem Ausgabe-Regiſter aufgeführt ſechzehn in Flandern gekaufte horologes (hour-glasses); aber dieſe Angabe iſt keineswegs ein Beweis für den Gebrauch des Logs. Die Stundengläſer (ampolletas der Spanier) waren, wie aus den Angaben von Enciſo in Cespedes ſich deutlichſt ergiebt, lange vor Anwendung des Logs, echando punto por fantasia in der corredera de los perezosos, d. h. ohne ein Log auszuwerfen, nothwendig.

[58] (S. 57.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 427 Anm. 11 und 429 Anm. 14; Bd. II. S. 373, 381, 382, 515 Anm. 70—72 und 517 Anm. 88. Calamitico wegen der Gestalt eines Laubfrosches der ersten Compaß-Nadeln.

[59] (S. 57.) Vergl. Gilbert, Physiologia nova de Magnete lib. III cap. 8 p. 124. Daß Magnetismus dem Eisen langdauernd mitgetheilt werden kann, sagt im allgemeinen, doch ohne des Streichens zu erwähnen, schon Plinius (Kosmos Bd. I. S. 430 Anm. 19). Merkwürdig ist Gilbert's Bespottung der: »vulgaris opinio de montibus magneticis aut rupe aliqua magnetica, de polo phantastico a polo mundi distante« (l. c. p. 42 und 98). Die Veränderlichkeit und das Fortschreiten der magnetischen Linien waren ihm noch ganz unbekannt: »varietas uniuscujusque loci constans est«; l. c. p. 42, 98, 152 und 153.

[60] (S. 57.) Historia natural de las Indias lib. I cap. 17.

[61] (S. 58.) Kosmos Bd. I. S. 189.

[62] (S. 58.) Ich habe durch Anführung eigener, sehr sorgfältiger Inclinations-Beobachtungen, die ich in der Südsee angestellt, erwiesen, unter welchen Bedingungen die Inclination von wichtigem praktischen Nutzen zu Breiten-Bestimmungen zur Zeit der an der peruanischen Küste herrschenden, Sonne und Sterne verdunkelnden garua sein kann (Kosmos Bd. I. S. 185 und 428 Anm. 14). Der Jesuit Cabeus, Verfasser der Philosophia magnetica (in qua nova quaedam pyxis explicatur, quae *poli elevationem* ubique demonstrat), hat auch schon in der ersten Hälfte des 17ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand geleitet.

[63] (S. 58.) Edmund Halley in den Philos. Transact. for 1683 Vol. XII. No. 148 p. 216.

[64] (S. 59.) Solche Linien, von ihm tractus chalyboeliticos genannt, hatte auch der Pater Christoph Burrus in Lissabon auf eine Karte getragen, die er dem König von Spanien zur Auffindung und Bestimmung der Seelänge für einen übergroßen Preis anbot: wie Kircher in seinem Magnes ed. 2. p. 443 erzählt. Der allerersten Variations-Karte von 1530 ist bereits oben (S. 55) Erwähnung geschehen.

[65] (S. 60.) Noch 20 Jahre später als Halley auf St. Helena seinen Catalog südlicher Sterne (leider! keines unter der 6ten Größe) anfertigte, rühmte sich Hevelius im Firmamentum

Sobescianum, kein Fernrohr anzuwenden und durch Spaltöffnungen zu beobachten. Halley wohnte 1679, als er Danzig beſuchte, dieſen Beobachtungen, deren Genauigkeit er übrigens übermäßig anrühmte, bei. Kosmos Bd. III. S. 60, 106 (Anm. 2 und 3), 154, 317 und 355 (Anm. 13.)

[66] (S. 60.) Spuren der täglichen und ſtündlichen Veränderlichkeit der magnetiſchen Abweichung hatten bereits in London Hellibrand (1634) und in Siam der Pater Tachard (1682) erkannt.

[67] (S. 61.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 432—435 Anm. 29. Die vortreffliche Conſtruction der, nach Borda's Angabe zuerſt von Lenoir angefertigten Boussole d'Inclinaison, die Möglichkeit freier und langer Schwingungen der Nadel, die ſo ſehr verminderte Reibung der Zapfen, und die richtige Aufſtellung des mit Libellen verſehenen Inſtruments haben die genaue Meſſung der Erdkraft unter verſchiedenen Zonen zuerſt möglich gemacht.

[68] (S. 63.) Die Zahlen, mit welchen die folgende Tafel anhebt (z. B. 1803—1806), deuten auf die Epoche der Beobachtung; die in Klammern dem Titel der Schriften beigefügten Zahlen aber auf die, oft ſehr verſpätete Veröffentlichung der Beobachtungen.

[69] (S. 66.) Malus (1808) und Arago's (1811) einfarbige und chromatiſche Polariſation des Lichtes, ſ. Kosmos Bd. II. S. 370.

[70] (S. 67.) Kosmos Bd. I. S. 186 und 429 Anm. 17.

[71] (S. 68.) »Before the practice was adopted of determining *absolute values*, the most generally used scale (and which still continues to be very frequently referred to) was founded on the time of vibration observed by Mr. de Humboldt about the commencement of the present century at a station in the Andes of South America, where the direction of the dipping-needle was horizontal, a condition which was for some time erroneously supposed to be an indication of the minimum of magnetic force at the Earth's surface. From a comparison of the times of vibration of Mr. de Humboldt's needle in South America and in Paris, the ratio of the magnetic force at Paris to what was supposed to be its minimum, was inferred (1,348); and from the results so obtained, combined with a similar comparison made by myself between Paris and London in 1827 with several magnets, the ratio of the force in London to that of Mr. de Humboldt's original station in South America has been inferred to

be 1,372 to 1,000. This is the origin of the number 1,372, which has been generally employed by British observers. By *absolute* measurements we are not only enabled to compare numerically with one another the results of experiments made in the most distant parts of the globe, with apparatus not previously compared, but we also furnish the means of comparing hereafter the intensity which exists at the present epoch, with that which may be found at future periods.« Sabine im Manual for the use of the British Navy 1849 p. 17.

[72] (S. 70.) Das erſte Bedürfniß verabredeter gleichzeitiger magnetiſcher Beobachtung iſt von Celſius gefühlt worden. Ohne noch des, eigentlich von ſeinem Gehülfen Olav Hiorter (März 1741) entdeckten und gemeſſenen Einfluſſes des Polarlichts auf die Abweichung zu erwähnen, forderte er Graham (Sommer 1741) auf mit ihm gemeinſchaftlich zu unterſuchen, ob gewiſſe außerordentliche Perturbationen, welche der ſtündliche Gang der Nadel von Zeit zu Zeit in Upſala erlitt, auch in derſelben Zeit von ihm in London beobachtet würden. Gleichzeitigkeit der Perturbationen, ſagt er, liefere den Beweis, daß die Urſach der Perturbation ſich auf große Erdräume erſtrecke und nicht in zufälligen localen Einwirkungen gegründet ſei. (Celſius in Svenſka Vetenſkaps Academiens Handlingar för 1740 p. 44; Hiorter a. a. O. 1747 p. 27.) Als Arago erkannt hatte, daß die durch Polarlicht bewirkten magnetiſchen Perturbationen ſich über Erdſtrecken verbreiten, wo die Lichterſcheinung des magnetiſchen Ungewitters nicht geſehen wird, verabredete er gleichzeitige ſtündliche Beobachtungen 1823 mit unſerem gemeinſchaftlichen Freunde Kupffer in Kaſan, faſt 47° öſtlich von Paris. Aehnliche gleichzeitige Declinations-Beobachtungen ſind (1828) von mir mit Arago und Reich in Paris, Freiberg und Berlin angeſtellt worden; ſ. Poggend. Ann. Bd. XIX. S. 337.

[73] (S. 75.) Die im Text genannte Abhandlung von Rudolph Wolf enthält eigene tägliche Beobachtungen von Sonnenflecken (1 Januar bis 30 Juni 1852), und eine Zuſammenſtellung der Lamont'ſchen periodiſchen Declinations-Variationen mit den Reſultaten von Schwabe über die Frequenz der Sonnenflecken (1835—1850). Es wurde dieſelbe in einer Sitzung der naturforſchenden Geſellſchaft zu Bern den 31 Juli 1852 vorgetragen, während die ausführlichere

Abhandlung vom Oberſt Sabine (Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 116—121) der königl. Societät zu London ſchon Anfangs März übergeben und Anfangs Mai 1852 verleſen wurde. Nach den neueſten Unterſuchungen der Beobachtungen der Sonnenflecken findet Wolf die Periode im Mittel von 1600 bis 1852 zu 11,11 Jahren.

[74] (S. 76.) Kosmos Bd. III. S. 400 und 419 Anm. 30. Diamagnetiſche Abſtoßung und äquatoriale, d. i. oſt-weſtliche Stellung in der Nähe eines ſtarken Magnets zeigen Wismuth, Antimon, Silber, Phosphor, Steinſalz, Elfenbein, Holz, Aepfelſcheiben und Leder. Sauerſtoff-Gas (rein oder mit anderen Gas-Arten gemiſcht, oder in den Zwiſchenräumen der Kohle verdickt) iſt paramagnetiſch. Vergl. über kryſtalliſirte Körper, was nach der Lage gewiſſer Achſen der ſcharfſinnige Plücker (Poggend. Ann. Bd. 73. S. 178 und Phil. Transact. for 1851 § 2836—2842) aufgefunden hat. Die Abſtoßung durch Wismuth war zuerſt von Brugmans (1778) erkannt, dann von Le Baillif (1827) und Seebeck (1828) gründlicher geprüft. Faraday ſelbſt (§ 2429—2431), Reich und der, ſchon ſeit dem Jahre 1836 für die Fortſchritte des telluriſchen Magnetismus ſo ununterbrochen thätige Wilhelm Weber haben den Zuſammenhang der diamagnetiſchen Erſcheinungen mit denen der Induction dargethan (Poggend. Ann. Bd. 73. S. 241 und 253). Weber hat ſich nachzuweiſen beſtrebt, daß der Diamagnetismus ſeine Quelle in den Ampère'ſchen Molecular-Strömen habe (Wilh. Weber, Abhandlungen über electro-dynamiſche Maaßbeſtimmungen 1852 S. 545—570).

[75] (S. 77.) Zur Hervorbringung dieſer Polarität werden durch die actio in distans des Erdkörpers die magnetiſchen Flüſſigkeiten in jedem Sauerſtoff-Theilchen in beſtimmter Richtung und mit beſtimmter Kraft um eine gewiſſe Größe getrennt. Jedes Sauerſtoff-Theilchen repräſentirt dadurch einen kleinen Magnet; und alle dieſe kleinen Magnete reagiren auf einander, wie auf den Erdkörper, und zuletzt, in Verbindung mit dieſem, auf eine irgendwo in oder außerhalb des Luftkreiſes befindlich gedachte Nadel. Die Sauerſtoff-Hülle des Erdkreiſes iſt zu vergleichen einer Armatur von weichem Eiſen an einem natürlichen oder Stahl-Magnet: der Magnet kugelförmig gedacht gleich der Erde, und die Armatur als Hohlkugel gleich der atmoſphäriſchen Sauerſtoff-Hülle. Die Stärke, bis zu der ein jedes Sauerſtoff-

Theilchen durch die conſtante Kraft der Erde magnetiſirt werden kann (magnetic power), ſinkt mit der Temperatur und Verdünnung des Sauerſtoff-Gaſes. Indem eine ſtete Veränderung der Temperatur und Ausdehnung der Sonne von Oſt nach Weſt um den Erdkörper folgt, muß ſie demnach auch die Reſultate der Kräfte der Erde und der Sauerſtoff-Hülle verändern, und dies iſt nach Faraday's Meinung die Quelle eines Theiles der Variationen in den Elementen des Erd-Magnetismus. Plücker findet, daß, da die Kraft, mit welcher der Magnet auf das Sauerſtoff-Gas wirkt, der Dichtigkeit des Gaſes proportional iſt, der Magnet ein einfaches eudiometriſches Mittel darbietet die Gegenwart des freien Sauerſtoff-Gaſes in einem Gas-Gemiſch bis auf 1 oder 2 Hunderttheilchen zu erkennen.

[76] (S. 79.) Kosmos Bd. IV. S. 10 und 11.

[77] (S. 79.) Kepler in Stella Martis p. 32 und 34. Vergl. damit ſein Mysterium cosmogr. cap. 20 p. 71.

[78] (S. 79.) Kosmos Bd. III. S. 416 Anm. 23, wo aber durch einen Druckfehler Basis Astronomiae ſtatt Clavis Astronomiae ſteht. Die Stelle (§ 226), in welcher der Lichtproceß der Sonne ein perpetuirliches Nordlicht genannt wird, iſt übrigens nicht in der erſten Ausgabe der Clavis Astr. von Horrebow (Havn. 1730) zu ſuchen; ſondern ſie ſteht allein in der, durch einen zweiten Theil vermehrten, neuen Ausgabe derſelben in Horrebow's Operum mathematico-physicorum T. I. Havn. 1740 pag. 317, indem ſie dieſem hinzugekommenen zweiten Theile der Clavis angehört. — Vergl. mit Horrebow's Anſicht die ganz ähnlichen von Sir William und Sir John Herſchel, Kosmos Bd. III. S. 45, 56 (Anm. 22), 256 und 262.

[79] (S. 79.) Mémoires de Mathém. et de Phys. préſentés à l'Acad. Roy. des Sc. T. IX. 1780 p. 262.

[80] (S. 80.) »So far as these four stations (Toronto, Hobarton, St. Helena and the Cape), so widely separated from each other and so diversely situated, justify a generalisation, we may arrive to the conclusion, that at the hour of 7 to 8 A. M. the magnetic declination is *everywhere* subject to a variation of which the period is a year, and which is everywhere similar in character and amount, consisting of a movement of the north end of the magnet from east to west between the northern and the southern

solstice, and a return from west to east between the southern and the northern solstice, the amplitude being about 5 minutes of arc. The *turning periods of the year* are not, as many might be disposed to anticipate, *those months, in which the temperature at the surface of our planet, or of the subsoil, or of the atmosphere* (as far as we possess the means of judging of the temperature of the atmosphere) *attains its maximum and minimum.* Stations so diversely situated would indeed present in these respects *thermic conditions* of great variety: whereas uniformity in the epoch of the *turning* periods is a not less conspicuous feature in the annual variation than similarity of character and numerical value. At all the stations the *solstices* are the turning periods of the annual variation at the hour of which we are treating. — The only periods of the year in which the diurnal or horary variation at that hour does actually disappear, are at the *equinoxes*, when the sun is passing from the one hemisphere to the other, and when the magnetic direction in the course of its annual variation from east to west, or vice versa, coincides with the direction which is the mean declination of all the months and of all the hours. — The *annual variation* is obviously connected with, and dependent on, the *earth's position* in its orbit relatively to the sun, around which it revolves; as the *diurnal variation* is connected with and dependent on the *rotation of the earth* on its axis, by which each meridian successively passes through every angle of inclination to the sun in the round of 24 hours.« Sabine on the annual and diurnal variations, in dem noch nicht erschienenen 2ten Bande der Observations made at the magn. and meteorol. Observatory at Toronto p. XVII—XX. Vergl. auch seine Abhandlung on the annual variation of the magnetic Declination at different periods of the Day in den Philos. Transact. for 1851 P. II. p. 635, und die Einleitung in die Observ. made at the Observatory at Hobarton Vol. I. p. XXXIV—XXXVI.

[1] (S. 80.) Sabine on the means adopted for determining the absolute values, secular change and annual variation of the terrestrial magnetic Force, in den Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 216. Auch in Sabine's Eröffnungsrede der Versammlung zu Belfast (Meeting of the

Brit. Assoc. in 1852) heißt es: it is a remarkable fact, which has been established, that the magnetic force is greater in both the northern and southern hemispheres in the months of December, January and February, when the Sun is nearest to the earth, than in those of May, June and July, when he is most distant from it: whereas, if the effects were due to temperature, the two hemispheres should be oppositely instead of similarly affected in each of the two periods referred to.

[82] (S. 81.) Lamont in Poggend. Annalen Bd. 84. S. 579.

[83] (S. 81.) Sabine on periodical laws discoverable in the mean effects of the larger magnetic Disturbances, in den Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 121. (Kosmos Bd. IV. S. 73 No. 9.)

[84] (S. 81.) Kosmos Bd. III. S. 402.

[85] (S. 82.) A. a. O. S. 238.

[86] (S. 82.) Kreil, Einfluß des Mondes auf die magnetiſche Declination 1852 S. 27, 29 und 46.

[87] (S. 83.) Kosmos Bd. I. S. 407 Anm. 55 und, auf die Meteorſteine angewandt, S. 137; wie Bd. III. S. 594.

[88] (S. 84.) Vergl. Mary Somerville in ihrer kurzen, aber lichtvollen, auf Sabine's Arbeiten gegründeten Darſtellung des Erd-Magnetismus, Physical Geography Vol. II. p. 102. Sir John Roß, der dieſe Curve ſchwächſter Intenſität auf ſeiner großen antarctiſchen Expedition Dec. 1839 durchſchnitt (lat. 19° ſüdl. und long. 31° 35′ weſtl.), und das große Verdienſt hat ihre Lage in der ſüdlichen Hemiſphäre zuerſt beſtimmt zu haben, nennt ſie den Equator of less intensity. S. deſſen Voy. to the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p. 22.

[89] (S. 84.) »*Stations of an intermediate* character situated beetwen the northern and southern magnetic hemispheres, partaking, although in opposite seasons, of those contrary features which separately prevail (in the two hemispheres) throughout the year.« Sabine in den Phil. Transact. for 1847 P. I. p. 53 und 57.

[90] (S. 85.) Der Pole of Intensity iſt nicht der Pole of Verticity; Phil. Transact. for 1846 P. III. p. 255.

[91] (S. 85.) Gauß, allgem. Theorie des Erdmagnetismus § 31.

[92] (S. 85.) Philos. Transact. Vol. XXXIII. for 1724, 1725 p. 332 (»to try, if the Dip and Vibrations were constant and regular«).

[93] (S. 86.) Novi Comment. Acad. scient. Petropol. T. XIV. pro anno 1769 Pars 2. p. 33. S. auch Le Monnier, Lois du Magnétisme comparées aux observations 1776 p. 50.

[94] (S. 87.) Es iſt zu erinnern, daß bei den aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen das Zeichen + vor der Zahl die nördliche, das Zeichen — vor derſelben die ſüdliche Breite ausdrückt; wie O. und W. nach den Längengraden ſtets den öſtlichen oder weſtlichen Abſtand vom Meridian von Paris, nicht von Greenwich (wenn in einigen Fällen es nicht ausdrücklich bemerkt iſt), andeuten. Wo einzelne Abhandlungen des Oberſten Sabine nicht namentlich in den Anmerkungen des Kosmos citirt ſind, iſt in dem Abſchnitt vom telluriſchen Magnetismus (S. 74 bis 141) durch Anführungszeichen kenntlich gemacht, was den handſchriftlichen Mittheilungen jenes mir befreundeten Gelehrten entnommen wurde.

[95] (S. 88.) Fifth Report of the British Association p. 72, seventh Report p. 64 und 68; Contributions to terrestrial Magnetism No. VII in den Philos. Transact. for 1846 P. III. p. 254.

[96] (S. 89.) Sabine im Seventh Report of the Brit. Assoc. p. 77.

[97] (S. 89.) Sir James Roß, Voy. in the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p. 322. Der große Seefahrer durchſchnitt zweimal zwiſchen Kerguelen und Van Diemen die Curve größter Intenſität: zuerſt in Br. — 46° 44′, Länge 126° 6′ Oſt, wo die Intenſität bis 2,034 anwuchs, um öſtlich gegen Hobarton hin bis 1,824 abzunehmen (Voy. Vol. I. p. 103 und 104); dann ein Jahr ſpäter, vom 1 Januar bis 3 April 1841, wo nach dem Schiffsjournal des Erebus von Br. — 77° 47′ (Lg. 173° 21′ O.) bis Br. — 51° 16′ (Lg. 134° 30′ O.) die Intenſitäten ununterbrochen über 2,00, ſelbſt 2,07 waren (Philos. Transact. for 1843 P. II. p. 211—215). Sabine's Reſultat für den einen Focus der ſüdlichen Halbkugel (Br. — 64°, Lg. 135° 10′ Oſt), das ich in dem Text gegeben, iſt aus den Beobachtungen von Sir James Roß vom 19 bis 27 März 1841 genommen (crossing the southern isodynamic

ellipse of 2,00 about midway between the extremities of its principal axis) zwiſchen Br. — 58° und — 64° 26′, Länge 126° 20′ und 146° 0′ Oſt (Contrib. to terr. Magn. in den Philos. Transact. for 1846 P. III. p. 252).

[98] (S. 89.) Roß, Voyage Vol. II. p. 224. Nach den Reiſe-Inſtructionen wurden die beiden ſüdlichen Foci des Maximums der Intenſität vermuthet (Vol. I. p. XXXVI) in Br. — 47°, Lg. 140° O. und Br. — 60°, Lg. 235° O. (Meridian von Greenwich).

[99] (S. 89.) Philos. Transact. for 1850 P. I. p. 201; Admiralty Manual 1849 p. 16; Erman, Magnet. Beob. S. 437—454.

[100] (S. 90.) Auf der Karte der iſodynamiſchen Linien von Nordamerika, die zu Sabine's Abhandlung: Contributions to terrestrial Magnetism No. VII gehört, ſteht aus Verſehen 14,88 ſtatt 14,21. Die letztere, wahre Zahl iſt aber im Text derſelben Abhandlung p. 252 zu leſen. In dem Zuſatz zu Note 158 im 1ten Bande der engliſchen Ueberſetzung des Kosmos p. 414 ſteht auch durch einen Druckfehler 13,9 ſtatt 14,21.

[1] (S. 91.) Ich folge für 15,60 der Angabe in Sabine's Contrib. No. VII p. 252. Aus dem magnetiſchen Journal des Erebus (Philos. Transact. for 1843 P. II. p. 169 und 172) erſieht man, daß auf dem Eiſe am 8 Februar 1841 (in Br. — 77° 47′ und Lg. 175° 2′ W.) vereinzelte Beobachtungen ſelbſt 2,124 gaben. Der Werth der Intenſität 15,60 in abſoluter Scale ſetzt die Intenſität in Hobarton proviſoriſch zu 13,51 voraus (magn. and meteorol. Observations made at Hobarton Vol. I. p. LXXV). Es iſt aber dieſelbe neuerdings (Vol. II. p. XLVI) um etwas vergrößert worden, zu 13,56. In dem Admiralty Manual p. 17 finde ich den ſüdlichen ſtärkeren Focus in 15,8 verwandelt.

[2] (S. 91.) Sabine in der engliſchen Ueberſetzung des Kosmos Vol. I. p. 414.

[3] (S. 91.) S. die intereſſante Darſtellung: Map of the World, divided into Hemispheres by a plane, coinciding with the Meridians of 100 and 280 E. of Greenwich, exhibiting the unequal distribution of the Magnetic Intensity in the two Hemispheres, Plate V; in den Proceedings of the Brit. Assoc. at Liverpool 1837 p. 72—74. Die Theilung iſt, nach dem Pariſer Meridian gerechnet, Länge 97° 40′ Oſt und 82° 20′ Weſt. Faſt

ununterbrochen fand Erman die Intenſität der Erdkraft unter 0,76 (alſo ſehr ſchwach) in der ſüdlichen Zone von Br. — 24° 25′ bis Br. — 13° 18′, zwiſchen 37° 10′ und 35° 4′ weſtlicher Länge.

[4] (S. 92.) Kosmos Bd. I. S. 193 und 435 Anm. 30.

[5] (S. 92.) Voyage in the Southern Seas Vol. I. p. 22 und 27. S. oben S. 84 und Anm. 88.

[6] (S. 92.) S. das Schiffsjournal von Sulivan und Dunlop in den Philos. Transact. for 1840 P. I. p. 143. Sie fanden als Minimum aber nur 0,800.

[7] (S. 92.) Man erhält 1 : 2,44, wenn man in abſoluter Scale St. Helena 6,4 mit dem ſtärkeren Focus am Südpol 15,60 vergleicht; 1 : 2,47 durch Vergleichung von St. Helena mit dem zu 15,8 vergrößerten ſüdlichen Maximum (Admir. Manual p. 17); 1 : 2,91 durch Vergleichung in relativer Scale von Erman's Beobachtung im atlantiſchen Ocean (0,706) mit dem ſüdlichen Focus (2,06); ja ſelbſt 1 : 2,95, wenn man in abſoluter Scale die ſchwächſte Angabe deſſelben ausgezeichneten Reiſenden (5,35) mit der ſtärkſten Angabe für den ſüdlichen Focus (15,8) zuſammenſtellt. Eine Mittelzahl wäre 1 : 2,69. Vergl. für die Intenſität von St. Helena (6,4 in abſoluter oder 0,845 in relativer Scale) die früheſten Beobachtungen von Fitz-Roy (0,836) Philos. Transact. for 1847 P. I. p. 52 und Proceedings of the meeting at Liverpool p. 56.

[8] (S. 92.) Vergl. die engl. Ueberſ. des Kosmos Vol. I. p. 413 und Contrib. to terrestr. Magnetism No. VII p. 256.

[9] (S. 94.) Welche Art der Täuſchung kann in den Kohlenbergwerken von Flenu zu dem Reſultat geführt haben, daß im Inneren der Erde in 83 Fuß Tiefe die Horizontal-Intenſität ſchon um 0,001 wachſe? Journal de l'Institut 1845 Avril p. 146. In einem engliſchen tiefen Bergwerke, 950 Fuß unter dem Meeresſpiegel, fand Henwood gar keine Zunahme der Kraft (Brewſter, Treatise on Magn. p. 275).

[10] (S. 94.) Kosmos Bd. I. S. 418, Bd. IV. S. 36.

[11] (S. 94.) Eine Verminderung der Magnet-Intenſität mit der Höhe folgt in meinen Beobachtungen aus den Vergleichungen der Silla de Caracas (8105 Fuß über dem Meere; Kraft 1,188) mit dem Hafen la Guayra (Höhe 0 F.; Kraft 1,262) und der Stadt Caracas (Höhe 2484 F.; Kraft 1,209); aus der Vergleichung der Stadt Santa Fé de Bogota (Höhe 8190 F.; Kraft 1,147) mit der Capelle von

Nuestra Señora de Guadalupe (Höhe 10128 F.; Kraft 1,127), die in größter Nähe unmittelbar an einer steilen Felswand wie ein Schwalbennest über der Stadt hängt; aus der Vergleichung des Vulkans von Purace (Höhe 13650 F.; Kraft 1,077) mit dem Gebirgsdörfchen Purace (Höhe 8136 F.; Kraft 1,087) und mit der nahen Stadt Popayan (Höhe 5466 F.; Kraft 1,117); aus der Vergleichung der Stadt Quito (Höhe 8952 F.; Kraft 1,067) mit dem Dorfe San Antonio de Lulumbamba (Höhe 7650 F.; Kraft 1,087), in einer nahen Felskluft liegend, unmittelbar unter dem geographischen Aequator. Widersprechend waren die höchsten Oscillations-Versuche, die ich je gemacht, in einer Höhe von 14960 Fuß, an dem Abhange des längst erloschnen Vulkans Antisana, gegenüber dem Chussulongo. Die Beobachtung mußte in einer weiten Höhle angestellt werden, und die so große Vermehrung der Intensität war gewiß Folge einer magnetischen Local-Attraction der Gebirgsart, des Trachyts: wie Versuche bezeugen, die ich mit Gay-Lussac im Krater selbst des Vesuvs und an den Kraterrändern gemacht. Die Intensität fand ich in der Höhle am Antisana bis 1,188 erhöht, wenn sie umher in niederen Hochebenen kaum 1,068 war. Die Intensität im Hospiz des St. Gotthard (1,313) war größer als die von Airolo (1,309), aber kleiner als die von Altorf (1,322); Airolo dagegen übertraf die Intensität des Ursern-Lochs (1,307). Eben so fanden wir, Gay-Lussac und ich, im Hospiz des Mont Cenis die Intensität 1,344, wenn dieselbe in Lans le Bourg am Fuß des Mont Cenis 1,323; in Turin 1,336 war. Die größten Widersprüche bot uns natürlich, wie schon oben bemerkt, der noch brennende Vesuv dar. Wenn 1805 die Erdkraft in Neapel 1,274 und in Portici 1,288 war, so stieg sie in der Einsiedelei von San Salvador zu 1,302, um im Krater des Vesuvs tiefer als in der ganzen Umgegend, zu 1,193, herabzusinken. Eisengehalt der Laven, Nähe magnetischer Pole einzelner Stücke und die, im ganzen wohl schwächend wirkende Erhitzung des Bodens bringen die entgegengesetztesten Local-Störungen hervor. Vergl. mein Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 619—626 und Mém. de la société d'Arcueil T. I. 1807 p. 17—19.

[12] (S. 95.) Kupffer's Beobachtungen beziehen sich nicht auf den Gipfel des Elbruz, sondern auf den Höhen-Unterschied (4500 Fuß) von 2 Stationen: Brücke von Malya und Bergabhang von

Kharbis, die leider in Länge und Breite beträchtlich verſchieden ſind. Ueber die Zweifel, welche Necker und Forbes in Bezug auf das Reſultat erhoben haben, ſ. Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XIV. 1840 p. 23—25.

[13] (S. 95.) Vergl. Langier und Mauvais in den Comptes rendus T. XVI. 1843 p. 1175 und Bravais, Observ. de l'intensité du Magnétisme terrestre en France, en Suisse et en Savoie in den Annales de Chimie et de Phys. 3ème Série T. XVIII. 1846 p. 214; Kreil, Einfluß der Alpen auf die Intenſität in den Denkſchriften der Wiener Akad. der Wiſſ., mathem. naturwiſſ. Cl. Bd. I. 1850 S. 265, 279 und 290. Um ſo auffallender iſt es, daß ein ſehr genauer Beobachter, Quetelet, im Jahr 1830 die Horizontal-Intenſität von Genf (1,080) zum Col de Balme (1,091), ja zum Hoſpiz des heil. Bernhard (1,096) mit der Höhe hat zunehmen ſehen. Vergl. Sir David Brewſter, Treatise on Magn. p. 275.

[14] (S. 95.) Annales de Chimie T. LII. (1805) p. 86 bis 87.

[15] (S. 95.) Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1836 p. 287; Forbes in den Edinb. Transact. Vol. XIV. (1840) p. 22.

[16] (S. 96.) Faraday, Exper. Researches in Electricity 1851 p. 53 und 77 § 2881 und 2961.

[17] (S. 96.) Chriſtie in den Philos. Transact. for 1825 p. 49.

[18] (S. 97.) Sabine on periodical laws of the larger magnetic disturbances in den Phil. Tr. for 1851 P. I. p. 126; derſelbe on the annual variation of the magn. Declin. in den Phil. Tr. for 1851 P. II. p. 636.

[19] (S. 97.) Observ. made at the magn. and meteor. Observatory at Toronto Vol. I. (1840—1842) p. LXII.

[20] (S. 98.) Sabine in magn. and meteor. Observations at Hobarton Vol. I. p. LXVIII. »There is also a correspondence in the range and turning hours of the diurnal variation of the total force at Hobarton and at Toronto, although the progression is a *double one* at Toronto and a single one at Hobarton.« Die Zeit des Maximums der Intenſität iſt in Hobarton zwiſchen 8 und 9 Uhr Morgens, und eben ſo um 10 Uhr Morgens

das ſecundäre oder ſchwächere Minimum in Toronto; alſo folgt nach der Zeit des Orts das Zunehmen und Abnehmen der Intenſität denſelben Stunden: nicht den entgegengeſetzten, wie bei der Inclination und der Declination. S. über die Urſachen dieſer Erſcheinung p. LXIX. (Vergl. auch Faraday, Atmospheric Magnetism § 3027—3034.)

[21] (S. 98.) Philos. Transact. for 1850 P. I. p. 215 bis 217; Magnet. Observ. at Hobarton Vol. II. (1852) p. XLVI. Vergl. oben Kosmos Bd. IV. S. 27 Anm. 81. Die Intenſität (totale Kraft) zeigt am Vorgebirge der guten Hoffnung in entgegengeſetzten Jahreszeiten weniger Unterſchied als die Inclination; Magnet. Observ. made at the Cape of Good Hope Vol. I. (1851) p. LV.

[22] (S. 98.) S. den magnetiſchen Theil meiner Asie centrale T. III. p. 442.

[23] (S. 99.) Sir John Barrow, Arctic Voyages of discovery 1846 p. 521 und 529.

[24] (S. 99.) Im ſibiriſchen Continent iſt bisher keine ſtärkere Inclination als 82° 16′ beobachtet worden, und zwar von Middendorf am Fluß Taimyr unter Br. + 74° 17′ und Länge 93° 20′ öſtlich von Paris (Middend. ſibir. Reiſe Th. I. S. 194).

[25] (S. 99.) Sir James Roß, Voyage to the Antarctic Regions Vol. I. p. 246. »I had so long cherished the ambitious hope«, ſagt dieſer Seefahrer, »to plant the flag of my country on *both* the magnetic poles of our globe; but the obstacles, which presented themselves, being of so insurmountable a character was some degree of consolation, as it left us no grounds for self-reproach« (p. 247).

[26] (S. 100.) Sabine, Pendul. Exper. 1825 p. 476.

[27] (S. 100.) Derſelbe in den Philos. Transact. for 1840 P. I. p. 137, 139 und 146. Ich folge für die Bewegung des afrikaniſchen Knotens der dieſer Abhandlung beigefügten Karte.

[28] (S. 101.) Ich gebe hier, wie es immer meine Gewohnheit iſt, die Elemente dieſer, nicht unwichtigen Beſtimmung: Micuipampa, ein peruaniſches Bergſtädtchen am Fuß des, durch ſeinen Silberreichthum berühmten Cerro de Gualgayoc: Br. — 6° 44′ 25″, Lg. 80° 53′ 3″; Höhe über der Südſee 11140 Fuß; magnetiſche Inclination 0°,42 gegen Norden (Centeſimal-Theilung des

Kreiſes). — Caramarca, Stadt in einer 8784 Fuß hohen Ebene: Br. — 7° 8′ 38″, Lg. 5ʰ 23′ 42″; Incl. 0°,15 gegen Süden. — Montan, ein Meierhof (hacienda), von Lama-Heerden umgeben, mitten im Gebirge: Br. — 6° 33′ 9″, Lg. 5ʰ 26′ 51″; Höhe 8042 Fuß; Incl. 0°,70 N. — Tomependa, an der Mündung des Chinchipe in den Amazonenfluß, in der Provinz Jaen de Bracamoros: Br. — 5° 31′ 28″, Lg. 80° 57′ 30″; Höhe 1242 Fuß; Incl. 3°,55 N. — Truxillo, peruaniſche Stadt an der Südſee-Küſte: Br. — 8° 5′ 40″, Lg. 81° 23′ 37″; Incl. 2°,15 S. Humboldt, Recueil d'Observ. astron. (Nivellement barométrique et géodésique) Vol. I. p. 316 No. 242, 244—254. Für die Grundlagen der aſtronomiſchen Beſtimmungen durch Sternhöhen und Chronometer ſ. daſſelbe Werk Vol. II. p. 379—391. Das Reſultat meiner Inclinations-Beobachtungen von 1802 (Br. — 7° 2′, Lg. 81° 8′ W.) ſtimmt, ſonderbar zufällig, trotz der ſecularen Veränderung, nicht ſchlecht mit Le Monnier's, auf theoretiſche Rechnung gegründeter Vermuthung. Er ſagt: „nördlich von Lima muß 1776 der magnetiſche Aequator in 7° ½, höchſtens in 6° ½ ſüdlicher Breite gefunden werden! (Lois du Magnétisme comparées aux Observations Partie II. p. 59.)

[25] (S. 101.) Saigey, Mém. sur l'équateur magnétique d'après les observ. du Capitaine Duperrey, in den Annales maritimes et coloniales Dec. 1833 T. IV. p. 5. Daſelbſt wird ſchon bemerkt, daß der magnetiſche Aequator nicht eine Curve gleicher Intenſität iſt, ſondern daß die Intenſität in verſchiedenen Theilen dieſes Aequators von 1 zu 0,867 variirt.

[30] (S. 101.) Dieſe Poſition des magnetiſchen Aequators iſt durch Erman für 1830 beſtätigt worden. Auf der Rückreiſe von Kamtſchatka nach Europa fand derſelbe die Neigung faſt null: in Br. — 1° 30′, Lg. 134° 57′ W.; in Br. — 1° 52′, Lg. 137° 30′ W.; in Br. 1° 54′, Lg. 136° 5′ W.; in Br. — 2° 1′, Lg. 141° 28′ W. (Erman, magnet. Beob. 1841 S. 536.)

[31] (S. 101.) Wilkes, United States Exploring Expedition Vol. IV. p. 263.

[32] (S. 102.) Elliot in den Philos. Transact. for 1851 P. I. p. 287—331.

[33] (S. 102.) Duperrey in den Comptes rendus T. XXII. 1846 p. 804—806.

[54] (S. 104.) Brief von Arago an mich aus Metz vom 13 Dec. 1827: »J'ai parfaitement constaté, pendant les aurores boréales qui se sont montrées dernièrement à Paris, que l'apparition de ce phénomène est toujours accompagnée d'une variation dans la position des aiguilles horizontales et d'inclinaison comme dans l'intensité. Les changemens d'inclinaison ont été de 7′ à 8′. Par cela seul l'aiguille horizontale, abstraction faite de tout changement d'intensité, devait osciller plus ou moins vite suivant l'époque où se faisait l'observation; mais en corrigeant les résultats par le calcul des effets immédiats de l'inclinaison, il m'est encore resté une variation sensible d'intensité. En reprenant, par une nouvelle méthode, les observations diurnes d'inclinaison dont tu m'avais vu occupé pendant ton dernier séjour à Paris, j'ai trouvé, non par des moyennes, mais *chaque jour*, une variation régulière: l'inclinaison est plus grande le matin à 9^h que le soir à 6^h. Tu sais que l'intensité, *mesurée avec une aiguille horizontale*, est au contraire à son *minimum* à la première époque, et qu'elle atteint son *maximum* entre 6^h et 7^h du soir. La variation totale étant fort petite, on pouvait supposer qu'elle n'était dûe qu'au seul changement d'inclinaison; et en effet la plus grande portion de la *variation apparente d'intensité* dépend de l'altération diurne de la composante horizontale· mais, toute correction faite, il reste cependant une petite quantité comme indice d'une *variation réelle d'intensité*.« — Aus einem anderen Briefe von Arago, Paris 20 März 1829, kurz vor meiner sibirischen Reise: »Je ne suis pas étonné que tu reconnais avec peine la variation diurne d'inclinaison dont je t'ai parlé, dans les mois d'hiver; c'est dans les mois chauds seulement que cette variation est assez sensible pour être observée avec une loupe. Je persiste toujours à soutenir que les changemens d'inclinaison ne suffisent pas pour expliquer le changement d'intensité déduit de l'observation d'une aiguille horizontale. Une augmentation de température, toutes les autres circonstances restant les mêmes, ralentit les oscillations des aiguilles. Le soir, la température de mon aiguille horizontale est toujours *supérieure* à la température du matin; donc l'aiguille devrait, *par cette cause*, faire le soir, en un tems donné, moins d'oscillations que le matin; or elle en fait plus que le

changement d'inclinaison ne le comporte: donc du matin au soir, il y a une *augmentation réelle* d'intensité dans le magnétisme terrestre.« — Spätere und viel zahlreichere Beobachtungen in Greenwich, Berlin, Petersburg, Toronto (Canada) und Hobarton (Van Diemen) haben Arago's Behauptung (1827) der größeren Horizontal-Intenſität am Abend gegen den Morgen beſtätigt. In Greenwich iſt das Haupt-Maximum der horizontalen Kraft um 6ᵘ, das Haupt-Minimum um 22ᵘ oder 0ᵘ; in Schulzendorf bei Berlin max. 8ᵘ, min. 21ᵘ; in Petersburg max. 8ᵘ, min. 23ᵘ 20′; in Toronto max. 4ᵘ, min. 23ᵘ: immer in der Zeit jeden Orts. (Airy, Magn. Observ. at Greenwich for 1845 p. 13, for 1846 p. 102, for 1847 p. 241; Rieß und Moſer in Poggend. Ann. Bd. XIX. 1830 S. 175; Kupffer, Compte-rendu annuel de l'Obs. central magn. de St. Pétersb. 1852 p. 28 und Sabine, Magn. Obs. at Toronto Vol. I. 1840—1842 p. XLII.) Sonderbar abweichend, faſt entgegenſetzt, ſind die Wechſelſtunden am Vorgebirge der guten Hoffnung und auf St. Helena, wo am Abend die Horizontalkraft am ſchwächſten iſt (Sabine, Magn. Obs. at the Cape of Good Hope p. XL; at St. Helena p. 40). So iſt es aber nicht in der ganzen ſüdlichen Hemiſphäre weiter in Oſten. »The principal feature in the diurnal change of the *horizontal* force at Hobarton is the decrease of force in the forenoon and its subsequent increase in the afternoon« (Sabine, Magn. Obs. at Hobarton Vol. I. p. LIV, Vol. II. p. XLIII).

[35] (S. 104.) Sabine, Hobarton Vol. I. p. LXVII und LXIX.

[36] (S. 107.) Total-Intenſität in Hobarton: max. 5ᵘ ½, min. 20ᵘ ½; in Toronto: Haupt-Max. 6ᵘ, Haupt-Min. 14ᵘ; ſecund. Max. 20ᵘ, ſecund. Min. 22ᵘ. Vergl. Sabine, Toronto Vol. I. p. LXI und LXII mit Hobarton Vol. I. p. LXVIII.

[37] (S. 107.) Sabine, Report on the isoclinal and isodynamic Lines in the British Islands 1839 p. 61—63.

[38] (S. 108.) Humboldt in Poggend. Annalen Bd. XV. S. 319—336, Bd. XIX. S. 357—391; und im Voyage aux Régions équinox. T. III. p. 616 und 625.

[39] (S. 109.) Hanſteen über jährliche Veränderung der Inclination in Poggend. Ann. Bd. XXI. S. 403—429.

Vergl. auch über den Einfluß der Bewegung der Knoten des magnetiſchen Aequators Sir David Brewſter, Treatise on Magnetism p. 247. Da man durch die Fülle der Stations-Beobachtungen jetzt ein faſt ungemeſſenes Feld der ſpeciellſten Unterſuchung beſitzt, ſo bemerkt man neue und neue Complicationen bei dem Aufſuchen des Geſetzlichen. In auf einander folgenden Jahren ſieht man z. B. die Neigung in Einer Wendeſtunde, der des Mar., vom Abnehmen in ein Zunehmen übergehen, während in der Wendeſtunde des Min. ſie im progreſſiven jährlichen Abnehmen blieb. In Greenwich z. B. nahm die magnetiſche Neigung in der Mar. Stunde (21ᵘ) ab in den Jahren 1844 und 1845, ſie nahm zu in derſelben Stunde in 1845—1846, fuhr aber fort in der Wendeſtunde des Min. (3ᵘ) von 1844—1846 abzunehmen. (Airy, Magn. Observ. at Greenwich 1846 p. 113.)

[40] (S. 109.) Philos. Transact. for 1841 P. I. p. 35.

[41] (S. 109.) Vergl. Sawelieff im Bulletin physico-mathématique de l'Acad. Imp. de St. Pétersb. T. X. No. 219 mit Humboldt, Asie centr. T. III. p. 440.

[42] (S. 110.) Sabine, Magn. Observ. at the Cape of Good Hope Vol. I. p. LXV. Darf man den Beobachtungen aus dem Jahre 1751 von La Caille trauen, der zwar jedesmal die Pole umkehrte, aber eine nicht frei genug ſich bewegende Nadel hatte; ſo ergiebt ſich für das Cap eine Vermehrung der Inclination von 3°,08 in 89 Jahren!

[43] (S. 110.) Arago in dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1825 p. 285—288.

[44] (S. 111.) Ich wiederhole noch, daß alle europäiſchen Inclinations-Beobachtungen, welche auf dieſer Seite angeführt werden, in 360theiliger Eintheilung des Kreiſes ſind, und daß nur die von mir vor dem Monat Juni 1804 beobachteten Inclinationen im Neuen Continent (Voy. aux Régions équinox. T. III. p. 615—623) ſich auf eine Centeſimal-Eintheilung des Bogens beziehen.

[45] (S. 112.) Grube Churprinz bei Freiberg im ſächſiſchen Erzgebirge: der unterirdiſche Punkt war auf der 7ten Gezeugſtrecke, auf dem Ludwiger Spathgange: 80 Lachter öſtlich vom Treibſchachte, 40 Lachter weſtlich vom Kunſtſchachte, in 133½ Lachter Seigerteufe: beobachtet mit Freieisleben und Reich um 2½ Uhr Nachmittags (Temper. der Grube 15°,6 Cent.). Incl. Nadel A 67° 37′,4;

Nadel B 67° 32′,7; Mittel beider Nadeln in der Grube 67° 35′,05. In freier Luft (über Tage), auf einem Punkte der Oberfläche, welcher nach dem Markſcheider-Riſſe genau ſenkrecht über dem Punkte der unterirdiſchen Beobachtung liegt, um 11 Uhr Vormittags: Nadel A 67° 33′,87; Nadel B 67° 32′,12; Mittel beider Nadeln in der oberen Station 67° 32′,99 (Luft-Temperatur 15°,8 Cent.). Unterſchied des oberen und unteren Reſultats + 2′,06. Die Nadel A, welche als ſtärkere mir immer am meiſten Vertrauen einflößte, gab ſogar + 3′,53: wenn der Einfluß der Tiefe bei alleinigem Gebrauch der Nadel B faſt unmerklich geblieben wäre. (Humboldt, in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 326.) Die gleichförmige Methode, die ich ſtets angewandt: im Ableſen am Azimuthal-Kreiſe, um den magnetiſchen Meridian durch correſpondirende Inclinationen oder durch den perpendicularen Stand der Nadel zu finden; wie die Neigung ſelbſt am Vertical-Kreiſe, durch Umdrehung der Nadel in den Pfannen, und durch Ableſen an beiden Spitzen vor und nach dem Umdrehen der Pole: habe ich weitläuftig beſchrieben und durch Beiſpiele erläutert in der Asie centrale T. III. p. 465 – 467. Der Stand der 2 Nadeln iſt für jede derſelben 16mal abgeleſen worden, um ein mittleres Reſultat zu gewinnen. Wo von Wahrſcheinlichkeit in Beſtimmung ſo kleiner Größen die Rede iſt, muß man in das Einzelnſte der Beobachtung eingehen.

[46] (S. 112.) Kosmos Bd. I. S. 417.

[47] (S. 113.) Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 515 – 517.

[48] (S. 114.) Erman, Reiſe um die Erde Bd. II. S. 180.

[49] (S. 115.) Kosmos Bd. IV. S. 51. Petrus Peregrini meldet einem Freunde, daß er ſchon 1269 die Variation in Italien 5° öſtlich gefunden habe.

[50] (S. 115.) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 29, 36, 38 und 44 – 51. Wenn Herrera (Dec. I. p. 23) ſagt, Columbus habe bemerkt, die Magnet-Variation ſei nicht dieſelbe bei Tag und bei Nacht; ſo berechtigt dieſe Behauptung gar nicht, dem großen Entdecker eine Kenntniß der ſtündlichen Veränderung zuzuſchreiben. Das von Navarrete herausgegebene ächte Reiſejournal des Admirals vom 17 und 30 September 1492 lehrt, daß Columbus ſelbſt alles auf eine ſogenannte „ungleiche

Bewegung" des Polarſternes und der Wächter (Guardas) reducirte. (Examen crit. a. a. O. p. 56—59.)

[51] (S. 115.) Kosmos Bd. IV. S. 60 Anm. 66 und S. 70 Anm. 72. Die älteſten gedruckten Londoner Beobachtungen ſind die von Graham in den Philos. Transact. for 1724, 1725, Vol. XXXIII. p. 96—107 (An Account of Observations made of the Horizontal Needle at London, 1722—1723; by Mr. George Graham). Die Veränderung der Declination gründet ſich: »neither upon heat, nor cold, dry or moist air. The Variation is greatest between 12 and 4 in the afternoon, and the least at 6 or 7 in the evening.« Es ſind freilich nicht die wahren Wendeſtunden.

[52] (S. 116.) Beweiſe geben zahlreiche Beobachtungen von Georg Fuß und Kowanko für das griechiſche Kloſter-Obſervatorium in Peking, von Anikin für Nertſchinſk, von Buchanan Riddell für Toronto in Canada (alle an Orten weſtlicher Abweichung); von Kupffer und Simonoff in Kaſan, von Wrangel, trotz der vielen Nordlicht-Störungen, für Sitka (Nordweſt-Küſte von Amerika), von Gilliß in Waſhington, von Bouſſingault für Marmato (Südamerika), von Duperrey für Payta an der peruaniſchen Südſee-Küſte (alle an Orten öſtlicher Abweichung). Ich erinnere, daß die mittlere Declination war: in Peking (Dec. 1831) 2° 15′ 42″ weſtlich (Poggend. Annalen Bd. XXXIV. S. 54), in Nertſchinſk (Sept. 1832) 4° 7′ 44″ weſtlich (Poggend. a. a. O. S. 61), in Toronto (Nov. 1847) 1° 33′ weſtlich (vergl. Observ. at the magnetical and meteorological Observatory at Toronto Vol. I. p. XI. und Sabine in den Phil. Tr. for 1851 P. II. p. 636), Kaſan (Aug. 1828) 2° 21′ öſtlich (Kupffer, Simonoff und Erman, Reiſe um die Erde Bd. II. S. 532), Sitka (Nov. 1829) 28° 16′ öſtlich (Erman a. a. O. S. 546), Marmato (Aug. 1828) 6° 33′ öſtlich (Humboldt in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 331), Payta (Aug. 1823) 8° 56′ öſtlich (Duperrey in der Connaissance des tems pour 1828 p. 252). In Tiflis iſt der weſtliche Gang von 19ⁿ bis 2ⁿ (Parrot, Reiſe zum Ararat 1834 Th. II. S. 58).

[53] (S. 117.) S. Auszüge aus einem Briefe von mir an Karſten (Rom, 22 Juni 1805) „über vier Bewegungen der Magnetnadel, gleichſam vier magnetiſche Ebben und Fluthen, analog den

Barometer-Perioden"; abgedruckt in Hansteen, Magnetismus der Erde 1819 S. 459. Ueber die, so lange vernachlässigten, nächtlichen Declinations-Variationen vergl. Faraday on the night Episode § 3012—3024.

" (S. 117.) Airy, Magnet. and Meteor. Observations made at Greenwich 1845 (Results) p. 6, 1846 p. 94, 1847 p. 236. Wie sehr die frühesten Angaben der Wendestunden bei Tage und bei Nacht mit denen übereinstimmen, welche vier Jahre später in den so reichlich ausgestatteten Magnethäusern von Greenwich und Canada ermittelt wurden, erhellt aus der Untersuchung von correspondirenden Breslauer und Berliner Beobachtungen meines vieljährigen Freundes Encke, des verdienstvollen Directors unserer Berliner Sternwarte. Er schrieb am 11 Oct. 1836: „In Bezug auf das nächtliche Maximum oder die Inflexion der stündlichen Abweichungs-Curve glaube ich nicht, daß im allgemeinen ein Zweifel obwalten kann, wie es auch Dove aus Freiberger Beobachtungen 1830 (Poggend. Ann. Bd. XIX. S. 373) geschlossen hat. Graphische Darstellungen sind zur richtigen Uebersicht des Phänomens weit vortheilhafter als die Zahlentabellen. Bei den ersten fallen große Unregelmäßigkeiten sogleich in das Auge und gestatten die Ziehung einer Mittellinie: während daß bei den letzteren das Auge häufig sich täuscht, und eine einzelne sehr auffallende Unregelmäßigkeit als ein wirkliches Maximum oder Minimum nehmen kann. Die Perioden zeigen sich durch folgende Wendestunden bestimmt:

größte östliche Declination . . . . 20 Uhr, I. Max. Ost
größte westliche Declination . . . . 1 Uhr, I. Min. Ost
zweites östliches kleines Maximum . 10 Uhr, II. Max. Ost
zweites westliches kleines Minimum . 16 Uhr, II. Min. Ost

Das zweite kleine Minimum (die nächtliche Elongation gegen Westen) fällt eigentlich zwischen 15 und 17 Uhr, bald der einen, bald der anderen Stunde näher." Es ist kaum nöthig zu erinnern, daß, was Encke und ich die Minima gegen Osten, ein großes und ein kleines 16ᵘ nennen, in den, 1840 gegründeten, englischen und amerikanischen Stationen als Maxima gegen Westen aufgeführt wird, und daß demnach auch unsere Maxima gegen Osten (20ᵘ und 10ᵘ) sich in Minima gegen Westen umwandeln. Um also den stündlichen Gang der Nadel in seiner Allgemeinheit und großen Analogie in der nördlichen Halbkugel darzustellen, wähle ich die

von Sabine befolgten Benennungen, die Reihung von der Epoche größter Elongation gegen Westen anfangend, in der mittleren Zeit jedes Orts:

	Freiberg 1829	Breslau 1836	Greenwich 1846—47	Makerstoun 1842—43	Toronto 1845—47	Washington 1840—42
Maximum	1ᵘ	1ᵘ	2ᵘ	0ᵘ 40′	1ᵘ	2ᵘ
Minimum	13	10	12	10	10	10
Maximum	16	16	16	14¼	14	14
Minimum	20	20	20	19¼	20	20

In den einzelnen Jahreszeiten hat Greenwich einige merkwürdige Verschiedenheiten gezeigt. Im Jahr 1847 war im Winter nur Ein Max. (2ᵘ) und Ein Min. (12ᵘ); im Sommer eine doppelte Progression, aber das zweite Min. um 14ᵘ statt um 16ᵘ (p. 236). Die größte westliche Elongation (erstes Max.) blieb im Winter wie im Sommer an 2ᵘ geheftet, aber die kleinste (das zweite Min.) war 1846 (p. 94) im Sommer wie gewöhnlich um 20ᵘ und im Winter um 12ᵘ. Die mittlere winterliche Zunahme gegen Westen ging ohne Unterbrechung in dem genannten Jahre von Mitternacht bis 2ᵘ fort. Vergl. auch 1845 (p. 5). Makerstoun (Roxburghshire in Schottland) ist die Sternwarte, welche man dem edlen wissenschaftlichen Eifer von Sir Thomas Brisbane verdankt (s. John Allan Broun, Obs. in Magnetism and Meteorology, made at Makerstoun in 1843, p. 221—227). Ueber stündliche Tages- und Nacht-Beobachtungen von Petersburg s. Kupffer, Compte rendu météor. et magn. à Mr. de Brock en 1851 p. 17. Sabine in seiner schönen, sehr scharfsinnig combinirten, graphischen Darstellung der stündlichen Declinations-Curve von Toronto (Phil. Tr. for 1851 P. II. Plate 27) deutet an, wie vor der kleinen nächtlichen West-Bewegung, welche um 11ᵘ beginnt und bis 15ᵘ dauert, eine sonderbare zweistündige Ruhe (von 9 bis 11 Uhr) eintritt. »We find«, sagt Sabine, »alternate progression and retrogression at Toronto twice in the 24 hours. In 2 of the 8 quarters (1841 and 1842) the inferior degree of regularity during the night occasions the occurrence of *a triple max. and min.*; in the remaining quarters the turning hours are the same as those of the mean of the 2 years.« (Obs. made at the magn. and meteor. Observatory at Toronto in Canada

Vol. I. p. XIV, XXIV, 183—191 und 228; und Unusual magn. Disturbances P. I. p. VI.) Für die sehr vollständigen Beobachtungen von Washington s. Gilliß, Magn. and Meteor. Observations made at Washington p. 325 (General Law). Vergl. damit Bache, Observ. at the magn. and meteor. Observatory, at the Girard College, Philadelphia, made in the years 1840 to 1845 (3 Bände, enthaltend 3212 Seiten Queerfolio), Vol. I. p. 709, Vol. II. p. 1285, Vol. III. p. 2167 und 2702. Trotz der Nähe beider Orte (Philadelphia ist nur 1° 4′ nördlicher und 0ᵐ 7′ 33″ östlicher als Washington) finde ich Verschiedenheit in den kleinen Perioden des westlichen secundären Maximums und secundären Minimums. Ersteres ist in Philadelphia um 1ᵐ½, letzteres um 2ᵐ¼ verfrühet.

[55] (S. 118.) Beispiele solcher kleinen Verfrühungen finde ich angegeben vom Lieut. Gilliß in seinen Magn. Observ. of Washington p. 328. Auch im nördlichen Schottland, in Makerstoun (lat. 55° 35′), giebt es Schwankungen in dem zweiten Minimum: das in den ersten 3 und 4 letzten Monaten des Jahres um 21ᵐ, in den übrigen 5 Monaten (April — August) um 19ᵐ eintritt; also im Gegensatz mit Berlin und Greenwich (Allan Broun, Obs. made at Makerstoun p. 225). Gegen den Antheil der Wärme an den regelmäßigen Aenderungen der stündlichen Declination, deren Min. am Morgen nahe um die Zeit des Min. der Temperatur, wie das Mar. nahe mit dem Mar. der Wärme eintritt, sprechen deutlichst die Bewegungen der Nadel in der Nacht-Periode, das zweite Min. und das zweite Mar. „Es giebt 2 Maxima und 2 Minima der Declination in 24 Stunden, und doch nur Ein Minimum und Ein Maximum der Temperatur." (Relshuber in Poggend. Annalen der Physik und Chemie Bd. 85. 1852 S. 416.) Ueber den normalen Gang der Magnetnadel im nördlichen Deutschland s. das Naturgetreueste in einer Abhandlung von Dove (Poggend. Ann. Bd. XIX. S. 364—374).

[56] (S. 118.) Voy. en Islande et au Groënland, exécuté en 1835 et 1836 sur la Corv. la Recherche; Physique (1838) p. 214—225 und 358—367.

[57] (S. 118.) Sabine, Account of the Pendulum Experiments 1825 p. 500.

[58] (S. 119.) S. Barlow's Bericht über die Beobachtungen

von Port Bowen im Edinb. New Philos. Journal Vol. II. 1827 p. 347.

[59] (S. 119.) Prof. Orlebar in Orford, einſt Superintendent des auf Koſten der oſtindiſchen Compagnie auf der Inſel Colaba erbauten magnetiſchen Obſervatoriums, hat die verwickelten Geſetze der Declinations-Veränderung in den Subperioden zu erörtern geſucht; Observations made at the magn. and meteor. Observatory at Bombay in 1845, Results p. 2—7. Merkwürdig ſcheint mir der mit dem des mittleren Europa's ſo übereinſtimmende Gang der Nadel in der erſten Periode von April bis October (weſtl. Min. 19"½, Max. 0"½; Min. 5"½, Max. 7"). Der Monat October ſelbſt iſt eine Uebergangs-Periode; denn im November und December erreicht die Quantität der täglichen Declination kaum 2 Minuten. Trotz der noch 8° betragenden Entfernung vom magnetiſchen Aequator, iſt doch ſchon die Regelmäßigkeit von Wendeſtunden ſchwer zu erkennen. Ueberall in der Natur, wo verſchiedenartige Störungs-Urſachen in wiederkehrenden, aber uns der Dauer nach unerkannten Perioden auf ein Phänomen der Bewegung wirken, bleibt, da die Störungen oft in ihrer Anhäufung entgegengeſetzt agiren oder ſich ungleich verſtärken, das Geſetzliche lange verdeckt.

[60] (S. 120.) S. die Beweiſe in meinem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 34—37. Die älteſte Angabe der Abweichung, von Keutſungchy, einem Schriftſteller aus dem Anfang des 12ten Jahrhunderts, war Oſt ⅝ Süd; Klaproth's Lettre sur l'invention de la Boussole p. 68.

[61] (S. 120.) Ueber den alten Verkehr der Chineſen mit Java nach Berichten von Fahian im Fo-kue-ki ſ. Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. 16.

[62] (S. 120.) Phil. Tr. for 1795 p. 340—349, for 1798 p 397. Das Reſultat, welches Macdonald aus ſeinen Beobachtungen in Fort Marlborough (gelegen über der Stadt Bencoolen, Br. 3° 47′ Süd, in Sumatra) ſelbſt zieht, und nach welchem die öſtliche Elongation von 19" bis 5" im Zunehmen begriffen ſein ſoll, ſcheint mir nicht ganz gerechtfertigt. Seit der Mittagsſtunde iſt regelmäßig erſt um 3, um 4 oder 5 Uhr beobachtet worden; und einzelne, außer den Normalſtunden geſammelte, zerſtreute Beobachtungen machen es wahrſcheinlich, daß auf Sumatra die Wendeſtunde der öſtlichen Elongation

zur weſtlichen ſchon um 2ᵘ eintrat, ganz wie in Hobarton. Wir beſitzen durch Macdonald Declinations-Beobachtungen aus 23 Monaten (vom Juni 1794 bis Juni 1796), und an dieſen ſehe ich in allen Jahreszeiten die öſtliche Abweichung von 19′½ bis Mittag durch fortgeſetzte Bewegung der Nadel von W nach O zunehmen. Von dem Typus der nördlichen Halbkugel (Toronto), welcher zu Singapore von Mai bis Sept. herrſchte, iſt hier keine Spur; und doch liegt Fort Marlborough unter faſt gleichem Meridian, aber im Süden des geographiſchen Aequators, nur 5° 4′ von Singapore entfernt.

[63] (S. 121.) Sabine, Magn. Obs. made at Hobarton Vol. I. (1841 and 1842) p. XXXV, 2 und 148; Vol. II. (1843—1845) p. III—XXXV und 172—344. Vergl. auch Sabine, Obs. made at St. Helena; denſelben in den Phil. Tr. for 1847 P. I. p. 55 Pl. IV und Phil. Tr. for 1851 P. II. p. 636 Pl. XXVII.

[64] (S. 122.) Kosmos Bd. I. S. 190.

[65] (S. 123.) Sabine, Observations made at the magn. and meteor. Observatory at St. Helena in 1840—1845 Vol. I. p. 30 und denſelben in den Phil. Tr. for 1847 P. I. p. 51—56 Pl. III. Die Regelmäßigkeit des Gegenſatzes in den beiden Jahres-Abtheilungen Mai bis September (Typus der mittleren Breiten in der nördlichen Halbkugel) und October bis Februar (Typus der mittleren Breiten der ſüdlichen Halbkugel) ſtellt ſich in ihrer auffallenden Beſtimmtheit graphiſch dar, wenn man die Form und Inflexionen der Curve ſtündlicher Abweichung einzeln in den Tages-Abſchnitten von 14ᵘ bis 22ᵘ, von 22ᵘ bis 4ᵘ und von 4ᵘ bis 14ᵘ mit einander vergleicht. Jeder Beugung über der Linie, welche die mittlere Declination bezeichnet, entſpricht eine faſt gleiche unter derſelben (Vol. I. Pl. IV: die Curven AA und BB). Selbſt in der nächtlichen Periode iſt der Gegenſatz bemerkbar; und was noch denkwürdiger erſcheint, iſt die Bemerkung, daß, indem der Typus von St. Helena und des Vorgebirges der guten Hoffnung der der nördlichen Halbkugel iſt, ſogar auch in denſelben Monaten an dieſen ſo ſüdlich gelegenen Orten dieſelbe Verfrühung der Wechſelſtunden als in Canada (Toronto) eintritt. Sabine, Observ. at Hobarton Vol. I. p. XXXVI.

[66] (S. 124.) Phil. Tr. for 1847 P. I. p. 52 und 57 und Sabine, Observations made at the magn and meteor.

Observatory at the Cape of Good Hope 1841—1846 Vol. I. p. XII—XXIII Pl. III. (Vergl. auch Faraday's geiſtreiche Anſichten über die Urſachen ſolcher vom Wechſel der Jahreszeiten abhangender Phänomene, in ſeinen Experiments on atmospheric Magnetism § 3027—3068, und über Analogien mit Petersburg § 3017.) An den ſüdlichen Küſten des Rothen Meeres ſoll ein ſehr fleißiger Beobachter, Herr d'Abbadie, den ſeltſamen, nach den Jahreszeiten wechſelnden Typus der Magnet-Declination vom Vorgebirge der guten Hoffnung, von St. Helena und Singapore beobachtet haben (Airy on the present state of the science of Terrestrial Magnetism 1850 p. 2). „Es ſcheint", bemerkt Sabine, „eine Folge von der jetzigen Lage der 4 foci der ſtärkſten Intenſität der Erdkraft zu ſein, daß die wichtige Curve der relativ (nicht abſolut) ſchwächſten Intenſität in dem ſüd-atlantiſchen Ocean ſich aus der Nähe von St. Helena gegen die Südſpitze von Afrika hinzieht. Die aſtronomiſch-geographiſche Lage dieſer Südſpitze, wo die Sonne das ganze Jahr hindurch nördlich vom Zenith ſteht, giebt einen Hauptgrund gegen de la Rive's thermale Erklärung (Annales de Chimie et de Physique T. XXV. 1849 p. 310) des hier berührten, auf den erſten Blick abnorm ſcheinenden und doch ſehr geſetzlichen, an anderen Punkten ſich wiederholenden Phänomens von St. Helena." Sabine in den Proceedings of the Royal Society 1849 p. 821.

[67] (S. 124.) Halley, Account of the late surprizing appearance of lights in the air in den Phil. Transact. Vol. XXIX. 1714—1716 No. 347 p. 422—428. Halley's Erklärung des Nordlichts hängt leider mit der, 25 Jahre früher von ihm entwickelten, phantaſtiſchen Hypotheſe (Phil. Tr. for 1693 Vol. XVII. No. 195 p. 563) zuſammen: nach welcher in der hohlen Erdkugel zwiſchen der äußeren Schale, auf der wir wohnen, und dem inneren, auch von Menſchen bewohnten, dichten Kerne (zur Erleichterung der Geſchäfte in dieſem unterirdiſchen Leben) ſich ein leuchtendes Fluidum befindet. »In order to make that inner Globe capable of being inhabited, there might not improbably be contained some luminous Medium between the balls, so as to make a perpetual Day below.« Da nun in der Gegend der Rotations-Pole die äußere Schale unſerer Erdrinde (wegen der entſtandenen Abplattung) weit dünner ſein müſſe als unter dem Aequator, ſo ſuche ſich zu gewiſſen

Zeiten, beſonders in den Aequinoctien, das innere leuchtende Fluidum, d. i. das magnetiſche, in der dünnen Polargegend einen Weg durch die Spalten des Geſteins. Das Ausſtrömen dieſes Fluidums iſt nach Halley die Erſcheinung des Nordlichts. Verſuche mit Eiſenfeilen, auf einen ſphäroidiſchen Magnet (eine Terrelle) geſtreut, dienen dazu die Richtung der leuchtenden farbigen Strahlen des Nordlichts zu erklären. „So wie jeder ſeinen eigenen Regenbogen ſieht, ſo ſteht auch für jeden Beobachter die Corona an einem anderen Punkte" (p. 424). Ueber den geognoſtiſchen Traum eines geiſtreichen und in allen ſeinen magnetiſchen und aſtronomiſchen Arbeiten ſo gründlichen Forſchers vergl. Kosmos Bd. I. S. 178 und 425 Anm. 6.

[68] (S. 126.) Bei großer Ermüdung in vielen auf einander folgenden Nächten wurden Prof. Oltmanns und ich bisweilen unterſtützt von ſehr zuverläſſigen Beobachtern: dem Hrn. Bau-Conducteur Mämpel, dem Geographen Hrn. Frieſen, dem ſehr unterrichteten Mechanicus Nathan Mendelsſohn und unſerem großen Geognoſten, Leopold von Buch. Ich nenne immer gern in dieſem Buche, wie in allen meinen früheren Schriften, die, welche meine Arbeiten freundlichſt getheilt haben.

[69] (S. 127.) Der Monat September 1806 war auffallend reich an großen magnetiſchen Ungewittern. Ich führe aus meinem Journale beiſpielsweiſe folgende an:

$\frac{21}{22}$ Sept. 1806 von 16ᵘ 36′ bis 17ᵘ 43′

$\frac{22}{23}$ „ „ von 16ᵘ 40′ bis 19ᵘ 2′

$\frac{23}{24}$ „ „ von 15ᵘ 33′ bis 18ᵘ 27′

$\frac{24}{25}$ „ „ von 15ᵘ 4′ bis 18ᵘ 2′

$\frac{25}{26}$ „ „ von 14ᵘ 22′ bis 16ᵘ 30′

$\frac{26}{27}$ „ „ von 14ᵘ 12′ bis 16ᵘ 3′

$\frac{27}{28}$ „ „ von 13ᵘ 55′ bis 17ᵘ 27′

$\frac{28}{29}$ „ „ von 12ᵘ 3′ bis 13ᵘ 22′ ein kleines Ungewitter, und dann die ganze Nacht bis Mittag größte Ruhe;

$\frac{29}{30}$ Sept. 1806 um 10ᵃ 20′ bis 11ᵃ 32′ ein kleines Ungewitter, dann große Ruhe bis 17ᵃ 6′;

$\frac{30\text{ Sept.}}{1\text{ Oct.}}$ 1806 um 14ᵃ 46′ ein großes, aber kurzes Ungewitter; dann vollkommene Ruhe, und um 16ᵃ 30′ wieder eben ſo großes Ungewitter.

Dem großen storm vom $\frac{25}{26}$ Sept. war ſchon von 7ᵃ 8′ bis 9ᵃ 11′ ein noch ſtärkerer vorhergegangen. In den folgenden Wintermonaten war die Zahl der Störungen ſehr gering, und nie mit den Herbſt-Aequinoctial-Störungen zu vergleichen. Ich nenne *großes Ungewitter* einen Zuſtand, in welchem die Nadel Oſcillationen von 20 bis 38 Minuten macht, oder alle Theilſtriche des Segments überſchreitet, oder wenn gar die Beobachtung unmöglich wird. Im *kleinen Ungewitter* ſind die Schwankungen unregelmäßig von 5 bis 8 Minuten.

[70] (S. 128.) Schwingungen *ohne Veränderung in der Abweichung* ſind zu Paris von Arago in zehnjährigen fleißigen Beobachtungen bis 1829 nicht wahrgenommen worden. »J'ai communiqué à l'Académie«, ſchreibt er in jenem Jahre, »les résultats de nos observations simultanées. J'ai été surpris des oscillations qu'éprouve parfois l'aiguille de déclinaison à Berlin dans les observations de 1806, 1807, et de 1828 et 1829, lors même que la déclinaison moyenne n'est pas altérée. Ici (à Paris) nous ne trouvons jamais rien de semblable. Si l'aiguille éprouve de fortes oscillations, c'est seulement en tems d'aurore boréale et lorsque sa direction absolue a été notablement dérangée; et encore *le plus souvent* les dérangements dans la direction ne sont-ils pas accompagnés du mouvement oscillatoire.« Ganz entgegengeſetzt den hier geſchilderten Erſcheinungen ſind aber die in Toronto aus den Jahren 1840 und 1841 in der nördlichen Breite von 43° 39′. Sie ſtimmen genau mit denen von Berlin überein. Die Beobachter in Toronto waren ſo aufmerkſam auf die Art der Bewegung, daß ſie strong and slight vibrations, shocks und alle Grade der disturbances nach beſtimmten Unterabtheilungen der Scale angeben, und eine ſolche Nomenclatur beſtimmt und einförmig befolgen. (*Sabine*, Days of unusual magn. Disturbances Vol. I. P. 1. p. 46.) Aus den genannten zwei Jahren werden aus Canada 6 Gruppen

auf einander folgender Tage (zuſammen 146 an der Zahl) aufgeführt, in denen die Oſcillationen oft ſehr ſtark waren (with strong shocks), ohne merkliche Veränderung in der ſtündlichen Declination. Solche Gruppen (ſ. a. a. O. p. 47, 54, 74, 88, 95 und 101) ſind bezeichnet durch die Ueberſchrift: »Times of observations at Toronto, at which the Magnetometers were disturbed, but the mean readings were not materially changed.« Auch die Veränderungen der Abweichung während der häufigen Nordlichter waren zu Toronto faſt immer von ſtarken Oſcillationen begleitet: oft ſogar von ſolchen, die alles Ableſen unmöglich machten. Wir erfahren alſo durch dieſe, der weiteren Prüfung nicht genug zu empfehlenden Erſcheinungen: daß, wenn auch oft momentane, die Nadel beunruhigende Abweichungs-Veränderungen große und definitive Veränderungen in der Variation zur Folge haben (Younghusband, Unusual Disturbances P. II. p. X), doch im ganzen die Größe der Schwingungs-Bogen keineswegs der Größe des Maaßes der Declinations-Veränderung entſpricht; daß bei ſehr unmerklichen Declinations-Veränderungen die Schwingungen ſehr groß, wie ohne alle Schwingung der Fortſchritt der Nadel in der weſtlichen oder öſtlichen Abweichung ſchnell und beträchtlich ſein kann; auch daß dieſe Proceſſe magnetiſcher Thätigkeit an verſchiedenen Orten einen eigenen und verſchiedenen Charakter annehmen.

[71] (S. 128.) Unusual Disturb. Vol. I. P. 1. p. 69 und 101.

[72] (S. 128.) Dies war Ende Sept. 1806. Veröffentlicht wurde die Thatſache in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XV. (April 1829) S. 330. Es heißt dort: „Meine älteren, mit Oltmanns angeſtellten, ſtündlichen Beobachtungen hatten den Vorzug, daß damals (1806 und 1807) keine ähnliche, weder in Frankreich noch in England, angeſtellt wurden. Sie gaben die nächtlichen Marima und Minima; ſie lehrten die merkwürdigen magnetiſchen Gewitter kennen, welche durch die Stärke der Oſcillationen oft alle Beobachtung unmöglich machen, mehrere Nächte hinter einander zu derſelben Zeit eintreten, ohne daß irgend eine Einwirkung meteorologiſcher Verhältniſſe dabei bisher hat erkannt werden können.“ Es iſt alſo nicht erſt im Jahr 1839, daß eine gewiſſe Periodicität der außerordentlichen Störungen erkannt worden iſt. (Report of the fifteenth Meeting of the British Association, at Cambridge 1845, P. II. p. 12.)

[73] (S. 128.) Kupffer, Voyage au Mont Elbruz dans le Caucase 1829 p. 108: »Les déviations irrégulieres se répètent souvent à la même heure et pendant plusieurs jours consécutifs.«

[74] (S. 129.) Sabine, Unusual Disturb. Vol. I. P. 1. p. XXI, und Younghusband on periodical Laws in the larger Magnetic Disturbances in den Phil. Tr. for 1853 P. I. p. 173.

[75] (S. 129.) Sabine in den Phil. Tr. for 1851 P. I. p. 125 bis 127: »The *diurnal variation* observed is in fact constituted by two variations *superposed* upon each other, having different laws and bearing different proportions to each other in different parts of the globe. At tropical stations the influence of what have been hitherto called the *irregular* disturbances *(magnetic storms)*, is comparatively feeble; but it is otherwise at stations situated as are Toronto (Canada) and Hobarton (Van Diemen-Island), where their influence is both really and proportionally greater, and amounts to a clearly recognizable part of the whole diurnal variation.« Es findet hier in der zuſammengeſetzten Wirkung gleichzeitiger, aber verſchiedener Bewegungs-Urſachen daſſelbe ſtatt, was von Poiſſon ſo ſchön in der Theorie der Wellen entwickelt iſt (Annales de Chimie et de Physique T. VII. 1817 p. 293): »Plusieurs sortes d'ondes peuvent se croiser dans l'eau comme dans l'air; les petits mouvements se *superposent*.« Vergl. Lamont's Vermuthungen über die zuſammengeſetzte Wirkung einer Polar- und einer Aequatorial-Welle in Poggend. Annalen Bd. 84. S. 583.

[76] (S. 130.) S. oben S. 87 Anm. 69.

[77] (S. 130.) Sabine in den Phil. Tr. for 1852 P. II. p. 110. (Younghusband a. a. O. p. 169.)

[78] (S. 131.) Nach Lamont und Relshuber iſt die magnetiſche Periode 10⅓ Jahre: ſo daß die Größe des Mittels der täglichen Bewegung der Nadel 5 Jahre hindurch zu- und 5 Jahre hindurch abnimmt, wobei die winterliche Bewegung (amplitudo der Abweichung) immerfort faſt doppelt ſo ſchwach als die der Sommermonate iſt. (Vergl. Lamont, Jahresbericht der Sternwarte zu München für 1852 S. 54—60.) Der Director der Berner Sternwarte, Herr Rudolph Wolf, findet durch eine viel umfaſſendere

Arbeit, daß die zuſammentreffende Periode der Magnet-Declination und der Frequenz der Sonnenflecken auf 11,1 Jahr zu ſetzen ſei.

[79] (S. 131.) Kosmos Bd. IV. S. 74, 75 (Anm. 73), 77, 80 und 81.

[80] (S. 131.) Sabine in den Phil. Tr. for 1852 P. I. p. 103 und 121. Vergl. außer dem ſchon oben angeführten Aufſatz Rud. Wolf's vom Juli 1852 (Kosmos Bd. IV. S. 75) auch ähnliche, faſt zu derſelben Zeit veröffentlichte Vermuthungen von Gautier in der Bibliothèque universelle de Genève T. XX. p. 189.

[81] (S. 132.) Kosmos Bd. III. S. 401—403.

[82] (S. 132.) Sabine in den Phil. Tr. for 1850 P. I. p. 216. (Faraday, Exper. Researches on Electricity 1851 p. 56, 73 und 76; § 2891, 2949 und 2958.)

[83] (S. 132.) Kosmos Bd. I. S. 185 und 427 Anm. 13; Poggend. Annalen Bd. XV. S. 334 und 335; Sabine, Unusual Disturb. Vol. I. P. I. p. XIV—XVIII: wo Tafeln von gleichzeitigen storms in Toronto, Prag und auf Van Diemen zu finden ſind. An Tagen, wo in Canada die magnetiſchen Ungewitter am ſtärkſten waren (22 März, 10 Mai, 6 Aug. und 25 Sept. 1841), zeigten ſich dieſelben Erſcheinungen in der ſüdlichen Hemiſphäre, in Auſtralien. Vergl. auch Edward Belcher in den Phil. Tr. for 1843 p. 133.

[84] (S. 133.) Kosmos Bd. I. S. 219.

[85] (S. 134.) A. a. O. Bd. I. S. 188, 189 und 430 (Anm. 20 bis 22); Bd. II. S. 319—321 und 482 (Anm. 93 und 94); Bd. IV. S. 51—60 (Anm. 59) und 82 (Anm. 50).

[86] (S. 135.) Zu ſehr verſchiedenen Zeitepochen: einmal (1809) in meinem Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 368; das andere Mal (1839) in einem Briefe an den Graf Minto, damaligen erſten Lord der Admiralität, wenige Tage nach der Abreiſe von Sir James Roß zu der Südpol-Expedition, habe ich die Wichtigkeit meines im Text berührten Vorſchlages näher entwickelt (vergl. Report of the Committee of Physics and Meteor. of the Royal Soc. relative to the Antarctic Exped. 1840 p. 88—91). »Suivre les traces de l'équateur magnétique ou celles des lignes sans déclinaison, c'est gouverner (diriger la route du vaisseau) de manière à couper les lignes zéro dans les intervalles les plus petits, en changeant de rumb chaque fois que les observations

d'inclinaison ou de déclinaison prouvent qu'on a dévié. Je n'ignore pas que d'après de grandes vues sur les véritables fondements d'une *Théorie générale du Magnétisme terrestre*, dues à Mr. Gauss, la connaissance approfondie de l'*intensité horizontale*, le choix des points où les 3 éléments de déclinaison, d'inclinaison et d'intensité totale ont été mesurés *simultanément*, suffisent pour trouver la valeur de $\frac{V}{R}$ (Gauss § 4 et 27), et que ce sont là les *points vitaux* des recherches futures; mais la somme des *petites attractions* locales, les besoins du pilotage, les corrections habituelles du rumb et la sécurité des routes continuent à donner une importance spéciale à la connaissance de la position et des mouvements de translation périodique des *lignes sans déclinaison*. Je plaide ici leur cause, qui est liée aux intérêts de la Géographie physique.« Es werden noch viele Jahre vergehen, ehe Variations-Karten, nach der Theorie des Erd-Magnetismus construirt, den Seefahrer leiten können (Sabine in den Phil. Tr. for 1849 P. II. p. 204); und die ganze objective, auf wirkliche Beobachtung gerichtete Ansicht, welche ich hier vertheidige, würde, wenn sie zu periodisch wiederkehrenden Bestimmungen, also zu gleichzeitig angestellten See- und Land-Expeditionen, nach einem vorgesetzten Zweck, führte, beide Vortheile zugleich gewähren: den einer unmittelbaren praktischen Anwendung wie einer genauen Kenntniß von der mit den Jahren fortschreitenden Bewegung der Linien; und den Vortheil, der von Gauß gegründeten Theorie viele neue, der Rechnung unterzulegende Data (Gauß § 25) zu liefern. Uebrigens wäre es, um die genaue Bestimmung der Bewegung der 2 Linien ohne Neigung und ohne Abweichung zu erleichtern, besonders wichtig Landmarken da zu veranstalten, wo die Linien in die Continente treten oder sie verlassen, für die Jahre 1850, 1875, 1900.... Auf solchen Expeditionen, den alten Halley'schen ähnlich, würden überdies, um zu den Null-Linien der Declination und Inclination zu gelangen, viele andere isokliniſche und isogoniſche Linien durchschnitten, und es könnte an den Küsten horizontale und totale Intensität gemessen werden: so daß mehrere Zwecke zugleich erreicht würden. Den hier geäußerten Wunsch finde ich unterstützt durch eine große nautische Autorität, auf welche ich immer so gern hinweise,

auf die Autorität von Sir James Roß (Voyage in the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p. 105).

[87] (S. 135.) Acoſta, Historia de las Indias 1590 lib. I cap. 17. Ich habe ſchon früher die Frage berührt, ob nicht die Meinung holländiſcher Seefahrer von 4 Linien ohne Abweichung durch die Streitigkeiten von Bond mit Beckborrow auf die Halley'ſche Theorie von 4 Magnetpolen Einfluß gehabt habe? (Kosmos Bd. II. S. 483.)

[88] (S. 136.) In dem Inneren von Afrika verdient die iſogoniſche Linie von 22°¼ W. als Vermittelungs-Linie ſehr verſchiedener Syſteme und als fortlaufend (nach der theoretiſchen Conſtruction von Gauß) aus dem öſtlichen indiſchen Ocean queer durch Afrika bis Neufundland eine beſondere kosmiſche Beachtung. Die rühmliche Ausdehnung, welche die großbritanniſche Regierung in dieſem Jahre der afrikaniſchen Expedition von Richardſon, Barth und Overwegh gegeben hat, wird vielleicht zu der Löſung ſolcher magnetiſchen Probleme führen.

[89] (S. 136.) Sir James Roß durchſchnitt die Curve ohne Abweichung in ſüdl. Br. 61°½ und Pariſer weſtlicher Länge 24° 50′ (Voyage to the Southern Seas Vol. II. p. 357). In Br. — 70° 43′ und weſtlicher Länge 19° 8′ fand Cap. Crozier März 1843 die Abweichung 1° 38′; er war alſo der Null-Linie ſehr nahe. Vergl. Sabine on the Magn. Declination in the Atlantic Ocean for 1840 in den Phil. Tr. for 1849 P. II. p. 233.

[90] (S. 137.) Sir James Roß a. a. O. Vol. I. p. 104, 310 und 317.

[91] (S. 138.) Elliot in den Phil. Tr. for 1851 P. I. p. 331 Plate XIII. Die längliche kleine Inſel, auf der das Sandelholz (malayiſch und javaniſch tschendana, ſanskr. tschandana, arab. ſsandel) geſammelt wird.

[92] (S. 138.) So nach Barlow und nach der Karte (Lines of magnetic Declinations computed according to the Theory of Mr. Gauss) im Report of the Committee for the Antarctic Exped. 1840. Nach Barlow tritt die von Auſtralien kommende Linie ohne Abweichung in den aſiatiſchen Continent bei dem Cambay-Golf ein, wendet ſich aber gleich wieder nordöſtlich über Tibet und China bei Thaiwan (Formoſa) hin in das japaniſche Meer. Nach Gauß ſteigt die auſtraliſche Linie einfach durch Perſien

über Nishnei-Nowgorod nach Lapland auf. Dieser große Geometer hält die Null-Linie des japanischen und philippinischen Meeres, wie der geschlossenen eiförmigen Gruppe im östlichen Asien für ganz unzusammenhangend mit der von Australien, dem indischen Meere, dem westlichen Asien und Lapland.

[93] (S. 138.) Ich habe von dieser Identität, welche meine eigenen Declinations-Beobachtungen im caspischen Meere, in Uralsk am Jaik und in der Steppe am Elton-See begründen, an einem anderen Orte (Asie centrale T. III. p. 458—461) gehandelt.

[94] (S. 138.) Adolf Erman's Map of the Magnetic Declination 1827—1830. Daß die australische Curve ohne Abweichung aber nicht Java durchschneidet, lehrt bestimmt Elliot's Karte; es läuft dieselbe dem südlichen Littoral parallel in einer Entfernung von 1½ Breitengraden. Da nach Erman (nicht nach Gauß) die australische Null-Linie zwischen Malacca und Borneo durch das japanische Meer zu der geschlossenen eiförmigen Gruppe von Ost-Asien an der nördlichen Küste des ochostkischen Meerbusens (Br. 59°½) in den Continent eintritt, und doch wieder durch Malacca herabsteigt; so würde dort die aufsteigende von der absteigenden nur 11° getrennt sein, und nach dieser graphischen Darstellung wäre die Linie ohne Abweichung des westlichen Asiens (vom caspischen Meere bis zum russischen Lapland) eine unmittelbare und nächste Fortsetzung des von Norden nach Süden herabkommenden Theils.

[95] (S. 139.) Ich habe schon aus Documenten, die sich in den Archiven von Moskau und Hannover befinden, im Jahr 1843 darauf aufmerksam gemacht (Asie centrale T. III. p. 469—476), wie Leibnitz, der den ersten Plan zu einer französischen Expedition nach Aegypten eingereicht hatte, auch am früheſten sich bemühte die mit dem Zar Peter dem Großen 1712 in Deutschland angeknüpften Verhältnisse dahin zu benutzen, in dem russischen Reiche, dessen Flächeninhalt den der von uns gesehenen Mondfläche übertrifft, „die Lage der Abweichungs- und Inclinations-Linien bestimmen zu lassen, und anzuordnen, daß diese Bestimmungen zu gewissen Epochen wiederholt würden". In einem von Pertz aufgefundenen, an den Zar gerichteten Briefe erwähnt Leibnitz eines kleinen Handglobus (terrella), der noch in Hannover aufbewahrt wird und auf welchem er die Curve, in der die Abweichung null

iſt (ſeine linea magnetica primaria), dargeſtellt hatte. Er behauptet: daß es nur eine einzige Linie ohne Abweichung gebe; ſie theile die Erdkugel in zwei faſt gleiche Theile, habe 4 puncta flexus contrarii, Sinuoſitäten, in denen ſie von convexen in concave Scheitel übergeht; vom Grünen Vorgebirge bewege ſie ſich nach den öſtlichen Küſten von Nordamerika unter 36° Breite, dann richte ſie ſich durch die Südſee nach Oſt-Aſien und Neu-Holland. Dieſe Linie ſei in ſich ſelbſt geſchloſſen; und bei beiden Polen vorübergehend, bleibe ſie dem Südpole näher als dem Nordpole; unter letzterem müſſe die Declination 25° weſtlich, unter erſterem nur 5° ſein. Die Bewegung dieſer wichtigen Curve ſei im Anfange des 18ten Jahrhunderts gegen den Nordpol gerichtet. Oeſtliche Abweichung von 0° bis 15° herrſche in einem großen Theile des atlantiſchen Oceans, in der ganzen Südſee, in Japan, einem Theil von China und Neu-Holland. Da der Leibarzt Donelli geſtorben ſei, ſo ſolle er durch einen anderen erſetzt werden, der recht wenig Medicamente, aber vielen wiſſenſchaftlichen Rath über die magnetiſchen Declinations- und Inclinations-Beſtimmungen geben könne....“ Specielle theoretiſche Anſichten leuchten freilich nicht aus dieſen, bisher ganz unbeachteten Documenten von Leibnitz hervor.

[96] (S. 139.) S. meine magnetiſchen Beobachtungen in der Asie centr. T. III. p. 460.

[97] (S. 139.) Erman, Aſtron. und Magnet. Beobachtungen (Reiſe um die Erde Abth. II. Bd. 2.) S. 532.

[98] (S. 139.) Hanſteen in Poggend. Ann. Bd. XXI. S. 371.

[99] (S. 141.) Sabine, Magn. and Meteor. Observ. at the Cape of Good Hope Vol. I. p. LX.

[100] (S. 141.) Bei der Beurtheilung ſo naher Epochen des Durchganges der Linie ohne Abweichung und der Priorität dieſes Durchganges darf nicht vergeſſen werden, wie leicht bei den damals angewandten Inſtrumenten und Methoden ein Irrthum von 1° vorfallen konnte.

[1] (S. 141.) Kosmos Bd. I. S. 430 Anm. 20.

[2] (S. 141.) Euler in den Mém. de l'Acad. de Berlin 1757 p. 176.

[3] (S. 141.) Barlow in den Phil. Tr. for 1833 P. II. p. 671. Ueber die älteren Magnet-Beobachtungen in St. Petersburg aus der erſten Hälfte des 18ten Jahrhunderts herrſcht große Unſicherheit.

Die Abweichung soll von 1726 bis 1772 immer 3° 15′ oder 3° 30′ gewesen sein! Hansteen, Magnetismus der Erde S. 7 und 143.

[4] (S. 142.) Kosmos Bd. I. S. 198 — 210 und Dove in Poggend. Ann. Bd. XIX. S. 388.

[5] (S. 143.) Die verdienstvolle Arbeit von Lottin, Bravais, Lilliehöök und Siljeström, welche vom 19 Sept. 1838 bis 8 April 1839 in Finmarken zu Bossekop (Br. 69° 58′) und zu Jupvig (Br. 70° 6′) die Erscheinungen des Nordlichts beobachteten, ist erschienen in der 4ten Abtheilung der Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sur la Corvette la Recherche (Aurores boréales). Es sind diesen Beobachtungen beigefügt: die 1837—1840 von englischen Bergbeamten in den Kupfergruben zu Kalfiord (Br. 69° 56′) erlangten wichtigen Resultate, p. 401—435.

[6] (S. 143.) Vergl. über das Segment obscure de l'Aurore boréale die eben angeführte Schrift p. 437—444.

[7] (S. 143.) Schweigger's Jahrbuch der Chemie und Physik 1826 Bd. XVI. S. 198 und Bd. XVIII. S. 364. Das dunkle Segment und das unbestreitbare Aufsteigen schwarzer Strahlen oder Streifen, in denen (durch Interferenz?) der Lichtproceß vernichtet ist, erinnern an Quet's Recherches sur l'Électrochimie dans le vide, und an Ruhmkorff's feine Versuche, bei denen im luftverdünnten Raume die positive Metallkugel von rothem, die negative von violettem Lichte strahlte, aber die stark leuchtenden parallelen Strahlenschichten regelmäßig durch ganz dunkele Schichten getrennt waren. »La lumière répandue entre les boules terminales des deux conducteurs électriques se partage en tranches nombreuses et parallèles, séparées par des couches obscures alternantes, et régulièrement distinctes.« Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXV. 1852 p. 949.

[8] (S. 143.) Voyages en Scandinavie (Aurores bor.) p. 558. Ueber die Kronen und Zelte der Nordlichter s. die vortrefflichen Untersuchungen von Bravais p. 502—514.

[9] (S. 144). A. a. O. (draperie ondulante, flamme d'un navire de guerre déployée horizontalement et agitée par le vent, crochets, fragments d'arcs et de guirlandes) p. 35, 37, 45, 67 und

481. Eine interessante Sammlung solcher Gestalten hat der ausgezeichnete Künstler der Expedition, Herr Bevalet, geliefert.

[10] (S. 144.) Vergl. Voy. en Scand. (Aur. bor.) p. 523 bis 528 und 557.

[11] (S. 145.) Kosmos Bd. I. S. 201 und 441 (Anm. 44). Vergl. Franklin, Narrative of a journey to the shores of the Polar Sea, in 1819—1822, p. 597; Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. (1836) S. 488—490. Die ältesten Vermuthungen über den Verkehr des Nordlichts und der Wolkenbildung sind wohl die von Frobesius (s. Aurorae borealis Spectacula, Helmst. 1739 p. 139).

[12] (S. 145.) Ich entlehne ein einziges Beispiel aus meinem handschriftlichen Tagebuche der sibirischen Reise: „Die ganze Nacht vom 5 zum 6 August (1829), von meinen Reisebegleitern getrennt, in freier Luft zugebracht, in dem Kosaken-Vorposten Krasnaja Jarki: dem östlichsten am Irtysch, längs der Grenze der chinesischen Dzungarei, und deshalb von einiger Wichtigkeit für die astronomische Ortsbestimmung. Nacht von großer Heiterkeit. Am östlichen Himmelsgewölbe bildeten sich plötzlich vor Mitternacht Polar-Cirrusstreifen (de petits moutons également espacés, distribués en bandes parallèles et polaires). Größte Höhe 35°. Der nördliche Convergenzpunkt bewegt sich langsam gegen Osten. Sie verschwinden, ohne den Zenith zu erreichen; und es bilden sich wenige Minuten darauf ganz ähnliche Polar-Cirrusbanden am nordöstlichen Himmelsgewölbe. Diese bewegen sich während eines Theils der Nacht fast bis zum Aufgang der Sonne wieder sehr regelmäßig bis N 70° O. In der Nacht ungewöhnlich viele Sternschnuppen und farbige Ringe um den Mond. Keine Spur von eigentlichem Nordlichte. Etwas Regen bei gefiedertem Gewölk; dann am 6 August Vormittags heiterer Himmel mit den auf's neue gebildeten Polarbanden von NNO in SSW unbeweglich und das Azimuth nicht verändernd, wie ich in Quito und Mexico so oft gesehen." (Die Magnet-Abweichung im Altai ist östlich.)

[13] (S. 145.) Bravais, der, gegen meine Erfahrungen, die Cirrus-Häufchen in Bosekop fast immer wie Nordlicht-Bogen rechtwinklig gegen den magnetischen Meridian gerichtet fand (Voyages en Scandinavie (Phénomène de translation dans les pieds de l'arc des aurores boréales p. 534—537), beschreibt mit gewohnter Genauigkeit die Drehungen der wahren Nordlicht-Bogen

p. 27, 92, 122 und 487. Auch in der ſüdlichen Hemiſphäre hat Sir James Roß ſolche progreſſive Veränderungen der Nordlicht-Bogen (Fortſchreiten von WNW — OSO in NNO — SSW) in Südlichtern beobachtet; Voyage in the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p. 311. Farbenloſigkeit ſcheint den Südlichtern oft eigen zu ſeyn; Vol. I. p. 266, Vol. II. p. 209. Ueber nordlichtloſe Nächte in Lapland ſ. Bravais a. a. O. p. 545.

[14] (S. 146.) Kosmos Bd. I. S. 440 Anm. 43. Die am hellen Tage geſehenen Nordlicht-Bogen erinnern an die Lichtſtärke der Kerne und Schweife der Cometen von 1843 und 1847, welche in Nordamerika, in Parma und London nahe bei der Sonne erkannt wurden; Kosmos Bd. I. S. 390 Anm. 13, Bd. III. S. 563.

[15] (S. 146.) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. IV. 1837. p. 589.

[16] (S. 146.) Voyages en Scandinavie, en Laponie etc. (Aurores boréales) p. 559; und Martins, Trad. de la Météorol. de Kaemtz p. 460. Ueber die vermuthete Höhe des Nordlichts ſ. Bravais a. a. O. p. 549 und 559.

[17] (S. 147.) A. a. O. p. 462.

[18] (S. 147.) Sabine, Unusual Magnet. Disturbances P. I. p. XVIII, XXII, 3 und 54.

[19] (S. 147.) Dove in Poggend. Ann. Bd. XX. S. 333 bis 341. Die ungleiche Wirkung, welche ein Nordlicht auf die Declinations-Nadel an Erdpunkten ausübt, die unter ſehr verſchiedenen Meridianen liegen, kann in vielen Fällen auf die Ortsbeſtimmungen der wirkenden Urſach führen, da der Ausbruch des leuchtenden magnetiſchen Ungewitters keineswegs immer in dem Magnetpol ſelbſt zu ſuchen iſt und, wie ſchon Argelander behauptet und Bravais bekräftigt hat, der Gipfel des Lichtbogens bisweilen mehr als 11° vom magnetiſchen Meridian abweicht.

[20] (S. 147.) „Am 20 Dec. 1806: Himmel azurblau, ohne Spur von Gewölk. Gegen 10" erſchien in NNW der röthlich gelbe Lichtbogen, durch den ich im Nacht-Fernrohr Sterne 7ter Größe unterſcheiden konnte. Durch Wega, die faſt unter dem höchſten Punkt des Bogens ſtand, fand ich dieſes Punktes Azimuth. Es war daſſelbe etwas weſtlicher als die Vertical-Ebene durch die magnetiſche Abweichung gelegt. Das Nordlicht, welches in Nord-Nord-Weſten ſtand, ſtieß den Nordpol der Nadel ab; denn ſtatt nach Weſten, wie das

Azimuth des Bogens, fortzuschreiten, ging die Nadel nach Osten zurück. Die Veränderungen in der Magnet-Declination, welche in diesem Monate Nachts gewöhnlich 2′ 27″ bis 3′ betragen, stiegen während des Nordlichts progressiv und ohne große Oscillationen auf 26′ 28″. Die Abweichung war am kleinsten, als das Nordlicht um 9ᵘ 12′ am stärksten war. Die horizontale Kraft fanden wir während des Nordlichts 1′ 37″,73 für 21 Schwingungen; um 21ᵘ 50′, also lange nach dem Nordlichte, das um 14ᵘ 10′ ganz geendigt hatte, 1′ 37″,17 bei derselben Zahl der Schwingungen. Temperatur des Zimmers, wo die Schwingungen der kleinen Nadel gemessen wurden, im ersten Falle 3°,2; im zweiten 2°,8. Die Intensität war also während des Nordlichts um ein Weniges vermindert. Mond ohne alle farbige Ringe." (Aus meinem magnetischen Tagebuche.) Vergl. Hansteen S. 459.

[21] (S. 148.) Sabine on days of unusual magn. Disturbances P. I. p. XVIII. »Mr. Bravais conclut des observations de Laponie que l'intensité horizontale diminue pendant la période la plus active du phénomène de l'aurore boréale« (Martins p. 461).

[22] (S. 148.) Delesse sur l'association des minéraux dans les roches qui ont un pouvoir magnétique élevé, in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXI. 1850 p. 806; und Annales des Mines, 4ᵐᵉ Série T. XV. (1849) p. 130.

[23] (S. 148.) Reich über Gebirgs- und Gesteins-Magnetismus in Poggend. Ann. Bd. 77. S. 35.

[24] (S. 149.) Als ich im Jahr 1796 am fränkischen Fichtelgebirge, wo ich die Stelle eines Oberbergmeisters bekleidete, den so merkwürdigen polarischen Serpentinberg (Haidberg) bei Gefreß auffand, welcher in einzelnen Punkten bis in 22 Fuß Entfernung auf die Abweichung der Nadel wirkt (Intelligenz-Blatt der allgem. Jenaer Litteratur-Zeitung Dec. 1796 No. 169 S. 1447 und März 1797 No. 38 S. 323—326; Gren's Neues Journal der Physik Bd. IV. 1797 S. 136; Annales de Chimie T. XXII. p. 47); wurde diese Frage besonders angeregt. Ich hatte zu finden geglaubt, daß die Magnet-Achsen des Berges gegen die Erdpole gänzlich invertirt liegen; aber nach Untersuchungen von Bischoff und Goldfuß (Beschreibung des Fichtelgebirges Bd. I. S. 196) sind für 1816 zwar auch magnetische

Achſen, welche den Haidberg durchſetzen und an entgegengeſetzten Abhängen entgegengeſetzte Pole darbieten, erkannt worden: doch war die Orientirung der Achſen verſchieden von der, welche ich angegeben. Der Haidberg ſelbſt beſteht aus lauchgrünem Serpentinſtein, der theilweiſe in Chlorit- und Hornblend-Schiefer übergeht. Bei dem Dorfe Vovſaco in der Andeskette von Paſto haben wir Geſchiebe von Thonporphyr, bei der Beſteigung des Chimborazo Gruppen ſäulenförmigen Trachyts gefunden, welche die Nadel in 3 Fuß Entfernung beunruhigten. Auffallend war es mir, daß ich in den ſchwarzen und rothen Obſidianen des Quinche nördlich von Quito, wie in den grauen des Cerro de las Navajas von Merico große Fragmente mit beſtimmten Polen gefunden habe. Sämmtliche große Magnetberge des Ural-Gebirges, wie der Blagodat bei Kuſchwa, die Wyſokaja Gora bei Niſhne Tagilſk, der Katſchkanar bei Niſhne Turinſk, ſind aus Augit- oder vielmehr aus Uralit-Porphyr hervorgebrochen. In dem großen Magnetberge Blagodat, welchen ich mit Guſtav Roſe auf der ſibiriſchen Expedition 1829 unterſuchte, ſcheint die Geſammtwirkung der einzelnen polariſirenden Theile ſchlechterdings keine beſtimmte, erkennbare Magnet-Achſen hervorgebracht zu haben. Nahe neben einander liegen, unregelmäßig vermengt, entgegengeſetzte Pole. So hatte es auch vor uns ſchon Erman gefunden (Reiſe um die Erde Bd. I. S. 362). Ueber den Intenſitäts-Grad der polariſchen Stärke im Serpentin, Baſalt und Trachyt-Geſtein, verglichen mit der Quantität der dieſen Geſteinen eingemengten Theile von Magneteiſen und Eiſen-Orydul, wie über den ſchon von Gmelin und Gibbs behaupteten Einfluß der Luftberührung auf Entwickelung der Polarität ſ. die zahlreichen und ſehr beachtenswerthen Verſuche von Zaddach in deſſen Beobachtungen über die magnetiſche Polarität des Baſaltes und der trachytiſchen Geſteine 1851 S. 56, 65—78 und 95. Aus Vergleichung vieler Baſalt-Steinbrüche in Hinſicht auf die Polarität der lange ſchon einzeln ſtehenden Säulen, oder ſolcher Säulenwände, die jetzt erſt in Berührung mit der Atmoſphäre kommen, aus Entblößung von Erde einzelner Maſſen gegen die Tiefe hin glaubt Dr. Zaddach folgern zu können (S. 74 und 80): daß die polariſche Eigenſchaft, welche bei freiem Zutritt der Atmoſphäre und in einem von offenen Spalten durchſetzten Geſtein immer am intenſivſten erſcheint, „ſich von außen nach innen und

gewöhnlich von oben nach unten zu verbreitet". Gmelin ſagt von dem großen Magnetberg Ulu-utaſſe-Tau, im Lande der Baſchkiren, nahe am Jaik: „die Seiten, welche dem Tage ausgeſetzt ſind, haben die ſtärkſte magnetiſche Kraft; diejenigen aber, welche in der Erde liegen, ſind viel ſchwächer." (Reiſe durch Sibirien 1740—1743 Bd. IV. S. 345.) Auch mein großer Lehrer Werner äußerte die Meinung „von dem Einfluß der Luftberührung, welche nicht auf dem Wege einer vermehrten Oxydation die Polarität und die Anziehung verſtärkt haben könnte", wenn er in ſeinen Vorträgen vom ſchwediſchen Magneteiſen ſprach. Von der Magneteiſen-Grube bei Succaſſuny in New-Jerſey behauptet Oberſt Gibbs: »the ore raised from the bottom of the mine has no magnetism at first, but acquires it after it has been some time exposed to the influence of the atmosphere.« (On the connexion of Magnetism and Light, in Silliman's American Journal of Science Vol. I. 1819 p. 89.) Eine ſolche Behauptung ſollte wohl zu genauen Verſuchen anregen! — Wenn ich oben in dem Texte (S. 149) darauf aufmerkſam gemacht habe, daß nicht die Quantität der, einer Gebirgsart eingemengten kleinen Eiſentheile allein, ſondern zugleich ihre relative Vertheilung (ihre Stellung) auf die Intenſität der Polarkraft als Reſultante wirkt; ſo habe ich die kleinen Theile als eben ſo viele kleine Magnete betrachtet. Vergleiche neue Anſichten über dieſen Gegenſtand in einer Abhandlung von Melloni, die dieſer große Phyſiker im Januar 1853 in der königl. Akademie zu Neapel verleſen hat (Esperienze intorno al Magnetismo delle Rocche. Mem. I. sulla polarità). — Des, beſonders im mittelländiſchen Meere ſo alt verbreiteten Vorurtheils, daß das Reiben eines Magnetſtabes mit Zwiebeln, ja ſchon die Ausdünſtung der Zwiebel-Eſſer die Richtkraft vermindere und den Compaß im Steuern verwirre; findet man erwähnt in Procli Diadochi Paraphrasis Ptolem. libri IV de siderum affectionibus 1635 p. 20 (Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne T. II. p. 545). Es iſt ſchwer die Veranlaſſung eines ſo ſonderbaren Volksglaubens zu errathen.

II.

Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche; ſich offenbarend: a) bloß dynamiſch, durch Erſchütterungswellen (Erdbeben); — b) durch die, den Quellwaſſern mitgetheilte, erhöhte Temperatur, wie durch die Stoff-Verſchiedenheit der beigemiſchten Salze und Gas-Arten (Thermalquellen); — c) durch den Ausbruch elaſtiſcher Flüſſigkeiten, zu Zeiten von Erſcheinungen der Selbſtentzündung begleitet (Gas- und Schlamm-Vulkane, Naphtha-Feuer, Salſen); — d) durch die großartigen und mächtigen Wirkungen eigentlicher Vulkane, welche (bei permanenter Verbindung durch Spalten und Krater mit dem Luftkreiſe) aus dem tiefſten Inneren geſchmolzene Erden, theils nur als glühende Schlacken ausſtoßen; theils gleichzeitig, wechſelnden Proceſſen kryſtalliniſcher Geſteinbildung unterworfen, in langen, ſchmalen Strömen ergießen.

Um, nach dem Grundplan dieſer Schrift, die Verkettung der telluriſchen Erſcheinungen, das Zuſammenwirken eines einigen Syſtems treibender Kräfte in der beſchreibenden Darſtellung feſtzuhalten; müſſen wir hier daran erinnern, wie wir, beginnend von den allgemeinen Eigenſchaften der Materie und den drei Hauptrichtungen ihrer Thätigkeit (Anziehung, licht- und wärmeerzeugende Schwingungen, electromagnetiſche Proceſſe), in der erſten Abtheilung die Größe, Formbildung und Dichte unſeres Planeten, ſeine innere Wärme-Vertheilung und magnetiſche Ladung in ihren,

nach bestimmten Gesetzen wechselnden Wirkungen der Intensität, Neigung und Abweichung betrachtet haben. Jene eben genannten Thätigkeits-Richtungen der Materie sind nahe verwandte[1] Aeußerungen einer und derselben Urkraft. Am unabhängigsten von aller Stoff-Verschiedenheit treten dieselben in der Gravitation und Molecular-Anziehung auf. Wir haben unseren Planeten dabei in seiner kosmischen Beziehung zu dem Centralkörper seines Systems dargestellt: weil die innere primitive Wärme, wahrscheinlich durch die Condensation eines rotirenden Nebelringes erzeugt, durch Sonnen-Einwirkung (Insolation) modificirt wird. In gleicher Hinsicht ist der periodischen Einwirkung der Sonnenflecken, d. h. der Frequenz oder Seltenheit der Oeffnungen in den Sonnen-Umhüllungen, auf den Erd-Magnetismus, nach Maaßgabe der neuesten Hypothesen, gedacht worden.

Die zweite Abtheilung dieses Bandes ist dem Complex derjenigen tellurischen Erscheinungen gewidmet, welche der noch fortwährend wirksamen Reaction des Inneren der Erde gegen ihre Oberfläche[2] zuzuschreiben sind. Ich bezeichne diesen Complex mit dem allgemeinen Namen des Vulcanismus oder der Vulcanicität; und halte es für einen Gewinn, nicht zu trennen, was einen ursachlichen Zusammenhang hat, nur der Stärke der Kraftäußerung und der Complication der physischen Vorgänge nach verschieden ist. In dieser Allgemeinheit der Ansicht erhalten kleine, unbedeutend scheinende Phänomene eine größere Bedeutung. Wer als ein wissenschaftlich unvorbereiteter Beobachter zum ersten Male an das Becken tritt, welches eine heiße Quelle füllt, und lichtverlöschende Gas-Arten darin aufsteigen sieht; wer zwischen Reihen veränderlicher Kegel von Schlamm-Vulkanen wandelt, die

kaum ſeine eigene Höhe überragen: ahndet nicht, daß in den friedlichen Räumen, welche die letzteren ausfüllen, mehrmals viele tauſend Fuß hohe Feuerausbrüche ſtatt gefunden haben; daß einerlei innere Kraft coloſſale Erhebungs-Krater: ja die mächtigen, verheerenden, lava-ergießenden Vulkane des Aetna und Pics von Teyde, die ſchlacken-auswerfenden des Cotopari und Tunguragua, erzeugt.

Unter den mannigfach ſich ſteigernden Phänomenen der Reaction des Inneren gegen die äußere Erdrinde ſondere ich zuerſt diejenigen ab, deren weſentlicher Charakter ein bloß dynamiſcher, der der Bewegung oder der Erſchütterungswellen in den feſten Erdſchichten, iſt: eine vulkaniſche Thätigkeit ohne nothwendige Begleitung von chemiſcher Stoff-Veränderung, von etwas Stoffartigem, ausgeſtoßenen oder neu erzeugten. Bei den anderen Reactions-Phänomenen des Inneren gegen das Aeußere: bei Gas- und Schlamm-Vulkanen, Naphtha-Feuern und Salſen; bei den großen, am früheſten, und lange allein Vulkane genannten Feuerbergen; fehlen nie Production von etwas Stoffartigem (elaſtiſch-flüſſigen oder feſten), Proceſſe der Zerſetzung und Gas-Entbindung, wie der Geſteinbildung aus kryſtalliniſch geordneten Theilchen. Das ſind in der größten Verallgemeinerung die unterſcheidenden Kennzeichen der vulkaniſchen Lebensthätigkeit unſeres Planeten. In ſo fern dieſe Thätigkeit im größeren Maaße der hohen Temperatur der innerſten Erdſchichten zuzuſchreiben iſt, wird es wahrſcheinlich, daß alle Weltkörper, welche mit Begleitung von ungeheurer Wärme-Entbindung ſich geballt haben und aus einem dunſtförmigen Zuſtande in einen feſten übergegangen ſind, analoge Erſcheinungen darbieten müſſen. Das Wenige, das wir von der Oberflächen-Geſtaltung des

Mondes wissen, scheint darauf hinzudeuten.[3] Hebung und gestaltende Thätigkeit in krystallinischer Gesteinbildung aus einer geschmolzenen Masse sind auch in einem Weltkörper denkbar, den man für luft- und wasserlos hält.

Auf einen genetischen Zusammenhang der hier bezeichneten Classen vulkanischer Erscheinungen deuten die vielfachen Spuren der Gleichzeitigkeit und begleitender Uebergänge der einfacheren und schwächeren Wirkungen in stärkere und zusammengesetztere hin. Die Reihung der Materien in der von mir gewählten Darstellung wird durch eine solche Betrachtung gerechtfertigt. Die gesteigerte magnetische Thätigkeit unseres Planeten, deren Sitz wohl aber nicht in dem geschmolznen Inneren zu suchen ist, wenn gleich (nach Lenz und Rieß) Eisen in geschmolzenem Zustande einen electrischen oder galvanischen Strom zu leiten vermag; erzeugt Licht-Entwickelung in den Magnetpolen der Erde oder wenigstens meist in der Nähe derselben. Wir beschlossen die erste Abtheilung des tellurischen Bandes mit dem Leuchten der Erde. Auf dies Phänomen einer lichterzeugenden Schwingung des Aethers durch magnetische Kräfte lassen wir nun zuerst diejenige Classe der vulkanischen Thätigkeit folgen, welche, ihrem eigentlichen Wesen nach, ganz wie die magnetische, nur dynamisch wirkt: Bewegung, Schwingungen in der Feste erregend, nichts Stoffartiges erzeugend oder verändernd. Secundäre, nicht wesentliche Erscheinungen (aufsteigende Flammen während des Erdbebens, Wasser-Ausbrüche und Gas-Entwicklungen[4] ihm folgend) erinnern an die Wirkung der Thermalquellen und Salsen. Flammen-Ausbrüche, viele Meilen weit sichtbar, und Felsblöcke, der Tiefe entrissen und umhergeschleudert[5], zeigen die Salsen; und bereiten

gleichſam vor zu den großartigen Erſcheinungen der eigentlichen Vulkane, die wiederum zwiſchen weit von einander entfernten Eruptions-Epochen falſenartig nur Waſſerdampf und Gas-Arten auf Spalten aushauchen. So auffallend und lehrreich ſind die Analogien, welche in verſchiedenen Stadien die Abſtufungen des Vulcanismus darbieten.

a. Erdbeben.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos Bd. I. S. 210—225.)

Seitdem in dem erſten Bande dieſes Werkes (1845) die allgemeine Darſtellung der Erdbeben-Phänomene erſchienen iſt, hat ſich das Dunkel, in welches der Sitz und die Urſachen derſelben gehüllt ſind, wenig vermindert; aber durch die vortrefflichen Arbeiten[6] von Mallet (1846) und Hopkins (1847) iſt über die Natur der Erſchütterung, den Zuſammenhang ſcheinbar verſchiedenartiger Wirkungen, und über die Trennung begleitender oder gleichzeitig eintretender phyſikaliſcher und chemiſcher Proceſſe einiges Licht verbreitet worden. Mathematiſche Gedankenentwicklung kann, nach Poiſſon's Vorgange, hier, wie überall, wohlthätig wirken. Die Analogien zwiſchen den Schwingungen feſter Körper und den Schallwellen der Luft, auf welche Thomas Young ſchon aufmerkſam[7] gemacht, ſind in den theoretiſchen Betrachtungen über die Dynamik der Erdbeben beſonders geeignet zu einfacheren und befriedigenderen Anſichten zu führen.

Räumliche Veränderung, Erſchütterung, Hebung und Spalten-Erzeugung bezeichnen den weſentlichen Charakter des Phänomens. Es iſt zu unterſcheiden die wirkende Kraft, welche als Impuls die Vibration erregt; und die Beſchaffenheit, Fortpflanzung, Verſtärkung oder Verminderung

der Erſchütterungswelle. Ich habe in dem Naturgemälde beſchrieben, was ſich zunächſt den Sinnen offenbart; was ich Gelegenheit gehabt ſo viele Jahre lang ſelbſt zu beobachten auf dem Meere, auf dem Seeboden der Ebenen (Llanos), auf Höhen von acht- bis funfzehn-tauſend Fuß: am Kraterrande entzündeter Vulkane, und in Regionen von Granit und Glimmerſchiefer, dreihundert geographiſche Meilen von allen Feuerausbrüchen entfernt: in Gegenden, wo die Einwohner zu gewiſſen Epochen die Zahl der Erdſtöße nicht mehr als wir in Europa die Zahl der Regenſchauer zählen; wo Bonpland und ich wegen Unruhe der Maulthiere abſteigen mußten, weil in einem Walde der Boden 15 bis 18 Minuten lang ununterbrochen erbebte. Bei einer ſo langen Gewohnheit, die ſpäter Bouſſingault in einem noch höheren Grade getheilt hat, iſt man zu ruhiger und ſorgfältiger Beobachtung geſtimmt; wohl auch geeignet, mit kritiſcher Sorgfalt abweichende Zeugniſſe an Ort und Stelle zu ſammeln: ja zu prüfen, unter welchen Verhältniſſen die mächtigen Veränderungen der Erdoberfläche erfolgt ſind, deren friſche Spuren man erkennt. Wenn gleich ſchon fünf Jahre ſeit dem ſchaudervollen Erdbeben von Riobamba, welches am 4 Februar 1797 über 30000 Menſchen in wenigen Minuten das Leben koſtete[8], vergangen waren; ſo ſahen wir doch noch die einſt fortſchreitenden, aus der Erde aufgeſtiegenen Kegel der Moya[9], und die Anwendung dieſer brennbaren Subſtanz zum Kochen in den Hütten der Indianer. Ergebniſſe von Bodenveränderungen konnte ich aus jener Cataſtrophe beſchreiben, die in einem größeren Maaßſtabe ganz denen analog geweſen ſind, welche das berühmte Erdbeben von Calabrien (Febr. 1783) darbot; und die man lange für ungenau und abenteuerlich dargeſtellt ausgegeben hat, weil

ſie nicht nach Theorien zu erklären waren, welche man ſich voreilig gebildet.

Indem man, wie wir bereits oben angedeutet haben, die Betrachtungen über das, was den Impuls zur Erſchütterung giebt, ſorgfältig von denen über das Weſen und die Fortpflanzung der Erſchütterungswellen trennt; ſo unterſcheidet man dadurch zwei Claſſen der Probleme von ſehr ungleicher Zugänglichkeit. Die erſtere kann nach dem jetzigen Zuſtande unſeres Wiſſens zu keinen allgemein befriedigenden Reſultaten führen, wie bei ſo vielem, in dem wir bis zu den letzten Urſachen aufſteigen wollen. Dennoch iſt es von großem cosmiſchen Intereſſe, während wir uns beſtreben, in dem der wirklichen Beobachtung Unterworfenen das Geſetzliche zu erforſchen, die verſchiedenen, bisher als wahrſcheinlich aufgeſtellten, genetiſchen Erklärungsarten fortdauernd im Auge zu behalten. Der größere Theil derſelben bezieht ſich, wie bei aller Vulcanicität, unter mancherlei Modificationen auf die hohe Temperatur und chemiſche Beſchaffenheit des geſchmolzenen Inneren der Erde; eine einzige, und zwar die neueſte Erklärungsart des Erdbebens in trachytiſchen Regionen, iſt das Ergebniß geognoſtiſcher Vermuthungen über den Nicht-Zuſammenhang vulkaniſch gehobener Felsmaſſen. Folgende Zuſammenſtellung bezeichnet näher und in gedrängter Kürze die Verſchiedenheit der Anſichten über die Natur des erſten Impulſes zur Erſchütterung:

Der Kern der Erde wird als in feurig flüſſigem Zuſtande gedacht: als Folge alles planetariſchen Bildungsproceſſes aus einer gasförmigen Materie, durch Entbindung der Wärme bei dem Uebergange des Flüſſigen zum Dichten. Die äußeren Schichten haben ſich durch Strahlung zuerſt abgekühlt und am früheſten erhärtet. Ein ungleichartiges

Aufſteigen elaſtiſcher Dämpfe, gebildet (an der Grenze zwiſchen dem Flüſſigen und Feſten) entweder allein aus der geſchmolzenen Erdmaſſe oder aus eindringendem Meereswaſſer; ſich plötzlich öffnende Spalten, und das plötzliche Aufſteigen tiefer entſtandener, und darum heißerer und geſpannterer Dämpfe in höhere Felsſchichten, der Erdoberfläche näher: verurſachen die Erſchütterung. Als Nebenwirkung einer nicht telluriſchen Urſach wird auch wohl die Attraction des Mondes und der Sonne [10] auf die flüſſige, geſchmolzene Oberfläche des Erdkerns betrachtet, wodurch ein vermehrter Druck entſtehen muß: entweder unmittelbar gegen ein feſtes aufliegendes Felsgewölbe; oder mittelbar, wo in unterirdiſchen Becken die feſte Maſſe durch elaſtiſche Dämpfe von der geſchmolzenen, flüſſigen Maſſe getrennt iſt.

Der Kern unſeres Planeten wird als aus unoxydirten Maſſen, aus den Metalloiden der Alkalien und Erden beſtehend gedacht. Durch Zutritt von Waſſer und Luft ſoll die vulkaniſche Thätigkeit in dem Kerne erregt werden. Die Vulkane ergießen allerdings eine große Menge Waſſerdampf in die Atmoſphäre; aber die Annahme des Eindringens des Waſſers in den vulkaniſchen Heerd hat viele Schwierigkeit, in Betrachtung des gegenſeitigen Druckes [11] der äußeren Waſſerſäule und inneren Lava; und der Mangel oder wenigſtens die große Seltenheit von brennendem Waſſerſtoff-Gas während der Eruption, welchen die Bildungen von Chlor-Waſſerſtoff-Säure [12], Ammoniak und geſchwefeltem Waſſerſtoff wohl nicht hinlänglich erſetzen, hat den berühmten Urheber der Hypotheſe ſie ſelbſt freimüthig [13] aufzugeben vermocht.

Nach einer dritten Anſicht, der des ſo vielbegabten ſüdamerikaniſchen Reiſenden Bouſſingault, wird ein Mangel

an Cohärenz in den trachyt- und doleritartigen Maſſen, welche die erhobenen Vulkane der Andeskette bilden, als eine Haupturſach vieler und ſehr weit wirkender Erderſchütterungen betrachtet. Die coloſſalen Kegel und domförmigen Gipfel der Cordilleren ſind nach dieſer Anſicht keineswegs in einem Zuſtande der Weichheit und halben Flüſſigkeit; ſondern vollkommen erhärtet, als ungeheure ſcharfkantige Fragmente, emporgeſchoben und aufgethürmt worden. Bei einem ſolchen Emporſchieben und Aufthürmen ſind nothwendig große Zwiſchenräume und Höhlungen entſtanden, ſo daß durch ruckweiſe Senkung und durch das Herabſtürzen zu ſchwach unterſtützter feſter Maſſen Erſchütterungen erfolgen.[14]

Mit mehr Klarheit, als die Betrachtungen über die Natur des erſten Impulſes gewähren, den man ſich freilich als verſchiedenartig denken kann; ſind die Wirkungen des Impulſes, die Erſchütterungswellen, auf einfache mechaniſche Theorien zurückzuführen. Dieſer Theil unſeres Naturwiſſens hat, wie wir ſchon oben bemerkt, in der neueſten Zeit weſentlich gewonnen. Man hat die Erdwellen in ihren Fortſchritten, ihrer Verbreitung durch Gebirgsarten von verſchiedener Dichtigkeit und Elaſticität[15] geſchildert; die Urſachen der Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit, ihre Abnahme durch Brechung, Reflex und Interferenz[16] der Schwingungen mathematiſch erforſcht. Die ſcheinbar kreiſenden (rotatoriſchen) Erſchütterungen, von denen die Obelisken vor dem Kloſter San Bruno in der kleinen Stadt Stephano del Bosco (Calabrien 1783) ein ſo viel beſprochenes Beiſpiel dargeboten hatten, hat man verſucht auf geradlinige zu reduciren.[17] Luft-, Waſſer- und Erdwellen folgen allerdings räumlich den-

ſelben Geſetzen, welche die Bewegungslehre anerkennt; aber die Erdwellen ſind in ihrer verheerenden Wirkung von Phänomenen begleitet, die ihrer Natur nach dunkler bleiben und in die Claſſe phyſiſcher Proceſſe gehören. Als ſolche ſind aufzuzählen: Ausſtrömungen von geſpannten Dämpfen; von Gas-Arten; oder, wie in den kleinen bewegten Moya-Kegeln von Pelileo, grusartiger Gemenge von Pyroxen-Kryſtallen, Kohle und Infuſionsthierchen mit Kieſelpanzern. Dieſe wandernden Kegel haben eine große Zahl von Hütten der Indianer umgeſtürzt.[18]

In dem allgemeinen Naturgemälde ſind viele über die große Cataſtrophe von Riobamba (4 Febr. 1797) aus dem Munde der Ueberlebenden an Ort und Stelle mit dem ernſten Beſtreben nach hiſtoriſcher Wahrheit geſammelte Thatſachen erzählt. Einige ſind den Ereigniſſen bei dem großen Erdbeben von Calabrien aus dem Jahre 1783 analog, andere ſind neu und durch die minenartige Kraftäußerung von unten nach oben beſonders charakteriſirt. Das Erdbeben ſelbſt war von keinem unterirdiſchen Getöſe begleitet, durch keines verkündigt. Ein ungeheures Getöſe, noch jetzt durch den einfachen Namen el gran ruido bezeichnet, wurde erſt 18 bis 20 Minuten ſpäter, und bloß unter den beiden Städten Quito und Ibarra, fern von Tacunga, Hambato und dem Hauptſchauplatz der Verheerung, vernommen. Es giebt kein anderes Ereigniß in den trüben Verhängniſſen des Menſchengeſchlechts, durch welches in wenigen Minuten, und dazu in ſparſam bevölkerten Gebirgsländern, ſo viele Tauſende auf einmal den Tod finden, als durch die Erzeugung und den Vorübergang weniger Erdwellen, von Spaltungs-Phänomenen begleitet!

Bei dem Erdbeben von Riobamba, über welches der berühmte valencianiſche Botaniker, Don Joſé Cavanilles, die früheſten

Nachrichten mitgetheilt hat, verdienen noch folgende Erſcheinungen eine beſondere Aufmerkſamkeit: Klüfte, die ſich abwechſelnd öffneten und wiederum ſchloſſen: ſo daß Menſchen ſich dadurch retteten, daß ſie beide Arme ausſtreckten, um nicht zu verſinken; das Verſchwinden ganzer Züge von Reitern oder beladener Maulthiere (recuas), deren einige durch, ſich plötzlich aufthuende Queerklüfte verſchwanden, während andere, zurückfliehend, der Gefahr entgingen; ſo heftige Schwankungen (ungleichzeitige Erhebung und Senkung) naher Theile des Bodens, daß Perſonen, welche auf einem mehr als 12 Fuß hohen Chor in einer Kirche ſtanden, ohne Sturz auf das Straßenpflaſter gelangten; die Verſenkung von maſſiven Häuſern [19], in denen die Bewohner innere Thüren öffnen konnten: und zwei Tage lang, ehe ſie durch Ausgrabung entkamen, unverſehrt von einem Zimmer in das andere gingen, ſich Licht anzündeten, von zufällig entdeckten Vorräthen ſich nährten, und über den Grad der Wahrſcheinlichkeit ihrer Rettung mit einander haderten; das Verſchwinden ſo großer Maſſen von Steinen und Baumaterial. Alt-Riobamba hatte Kirchen und Klöſter, zwiſchen Häuſern von mehreren Stockwerken; und doch habe ich, als ich den Plan der zerſtörten Stadt aufnahm, in den Ruinen nur Steinhaufen von 8 bis 10 Fuß Höhe gefunden. In dem ſüdweſtlichen Theil von Alt-Riobamba (in dem vormaligen Barrio de Sigchuguaicu) war deutlich eine minenartige Exploſion, die Wirkung einer Kraft von unten nach oben zu erkennen. Auf dem, einige hundert Fuß hohen Hügel Cerro de la Culca, welcher ſich über dem, ihm nördlich liegenden Cerro de Cumbicarca erhebt, liegt Steinſchutt, mit Menſchengerippen vermengt. Translatoriſche Bewegungen in horizontaler Richtung, durch welche Baumalleen, ohne entwurzelt zu werden, ſich verſchieben; oder

Culturſtücke ſehr verſchiedener Art ſich gegenſeitig verdrängen: haben ſich in Quito wie in Calabrien mehrfach gezeigt. Eine noch auffallendere und complicirtere Erſcheinung iſt das Auffinden von Geräthſchaften eines Hauſes in den Ruinen anderer, weit entfernter: ein Auffinden, das zu Proceſſen Anlaß gegeben hat. Iſt es, wie die Landeinwohner glauben, ein Verſinken, dem ein Auswurf folgt? oder, trotz der Entfernung, ein bloßes Ueberſchütten? Da in der Natur unter wieder eintretenden ähnlichen Bedingungen ſich alles wiederholt, ſo muß man durch Nicht-Verſchweigen auch des noch unvollſtändig Beobachteten die Aufmerkſamkeit künftiger Beobachter auf ſpecielle Phänomene leiten.

Es iſt nach meinen Erfahrungen nicht zu vergeſſen, daß bei den meiſten Spalten-Erzeugungen, neben der Erſchütterung feſter Theile als Erdwelle, auch ganz andere und zwar phyſiſche Kräfte, Gas- und Dampf-Emanationen, mitwirken. Wenn in der Wellenbewegung die äußerſte Grenze der Elaſticität der bewegten Materie (nach Verſchiedenheit der Gebirgsarten oder der loſen Erdſchichten) überſchritten wird und Trennung entſteht; ſo können durch die Spalten geſpannte elaſtiſche Flüſſigkeiten ausbrechen, welche verſchiedenartige Stoffe aus dem Inneren auf die Oberfläche führen und deren Ausbruch wiederum Urſach von translatoriſchen Bewegungen wird. Zu dieſen, die primitive Erſchütterung (das Erdbeben) nur begleitenden Erſcheinungen gehört das Emporheben der unbeſtritten wandernden Moya-Kegel; wahrſcheinlich auch der Transport von Gegenſtänden auf der Oberfläche der Erde.[20] Wenn in der Bildung mächtiger Spalten ſich dieſelben nur in den oberen Theilen ſchließen, ſo kann die Entſtehung bleibender unterirdiſcher Höhlungen nicht bloß

Urſach zu neuen Erdbeben werden: indem nach Bouſſingault's Vermuthung ſich mit der Zeit ſchlecht unterſtützte Maſſen ablöſen und, Erſchütterung erregend, ſenken; ſondern man kann ſich auch die Möglichkeit denken, daß die Erſchütterungskreiſe dadurch erweitert werden, daß auf den bei den früheren Erdbeben geöffneten Spalten in dem neuen Erdbeben elaſtiſche Flüſſigkeiten da wirken, wohin ſie vorher nicht gelangen konnten. Es iſt alſo ein begleitendes Phänomen, nicht die Stärke der Erſchütterungswelle, welche die feſten Theile der Erde einmal durchlaufen iſt, was die allmälige, ſehr wichtige und zu wenig beachtete, Erweiterung des Erſchütterungskreiſes veranlaßt.[21]

Vulkaniſche Thätigkeiten, zu deren niederen Stufen das Erdbeben gehört, umfaſſen faſt immer gleichzeitig Phänomene der Bewegung und phyſiſcher ſtoffartiger Production. Wir haben ſchon mehrfach im Naturgemälde erinnert, wie aus Spalten, fern von allen Vulkanen, emporſteigen: Waſſer und heiße Dämpfe, kohlenſaures Gas und andere Moffetten, ſchwarzer Rauch (wie, viele Tage lang, im Felſen von Alvidras beim Erdbeben von Liſſabon vom 1 November 1755), Feuerflammen, Sand, Schlamm, und mit Kohle gemengte Moya. Der ſcharfſinnige Geognoſt Abich hat den Zuſammenhang nachgewieſen, der im perſiſchen Ghilan zwiſchen den Thermalquellen von Sarein (5051 Fuß), auf dem Wege von Ardebil nach Tabriz, und den Erdbeben ſtatt findet, welche das Hochland oft von zwei zu zwei Jahren heimſuchen. Im October 1848 nöthigte eine undulatoriſche Bewegung des Bodens, welche eine ganze Stunde dauerte, die Einwohner von Ardebil die Stadt zu verlaſſen; und ſogleich ſtieg die Temperatur der Quellen, die zwiſchen 44° und 46° Cent. fällt, einen ganzen Monat

lang bis zum ſchmerzlichſten Verbrühen.[22] Nirgends vielleicht auf der Erde iſt, nach Abich's Ausſpruch, der „innige Zuſammenhang ſpaltenerregender Erdbeben mit den Phänomenen der Schlamm-Vulkane, der Salſen, der den durchlöcherten Boden durchdringenden brennbaren Gaſe, der Petroleum-Quellen beſtimmter angedeutet und klarer zu erkennen, als in dem ſüdöſtlichen Ende des Caucaſus zwiſchen Schemacha, Baku und Sallian. Es iſt der Theil der großen aralo-caſpiſchen Depreſſion, in welchem der Boden am häufigſten erſchüttert wird."[23] Mir ſelbſt iſt es im nördlichen Aſien auffallend geweſen, daß der Erſchütterungskreis, deſſen Mittelpunkt die Gegend des Baikal-Sees zu ſein ſcheint, ſich weſtlich nur bis zur öſtlichſten Grenze des ruſſiſchen Altai: bis zu den Silbergruben von Ridderſk, dem trachytartigen Geſtein der Kruglaja Sopka, und den heißen Quellen von Rachmanowka und Arachan; nicht aber bis zur Uralkette erſtreckt. Weiter nach Süden hin, jenſeits des Parallelkreiſes von 45°, erſcheint in der Kette des Thian-ſchan (Himmelsgebirges) eine von Oſten nach Weſten gerichtete Zone von vulkaniſcher Thätigkeit jeglicher Art der Manifeſtation. Sie erſtreckt ſich nicht bloß vom Feuer-Diſtrict (Ho-tſcheu) in Turfan durch die kleine Asferah-Kette bis Baku, und von da über den Ararat bis nach Kleinaſien; ſondern, zwiſchen den Breiten von 38° und 40° oſcillirend, glaubt man ſie durch das vulkaniſche Becken des Mittelmeeres bis nach Liſſabon und den Azoren verfolgen zu können. Ich habe an einem anderen Orte[24] dieſen wichtigen Gegenſtand der vulkaniſchen Geographie ausführlich behandelt. Eben ſo ſcheint in Griechenland, das mehr als irgend ein anderer Theil von Europa durch Erdbeben gelitten hat (Curtius, Peloponneſos Bd. I. S. 42—46), eine

Unzahl von Thermalquellen, noch fließende oder ſchon verſchwundene, unter Erdſtößen ausgebrochen zu ſein. Ein ſolcher thermiſcher Zuſammenhang iſt in dem merkwürdigen Buche des Johannes Lydus über die Erdbeben (de Ostentis cap. LIV, p. 189 Haſe) ſchon angedeutet. Die große Naturbegebenheit des Unterganges von Helice und Bura in Achaja (373 vor Chr.; Kosmos Bd. III. S. 579) gab beſonders Veranlaſſung zu Hypotheſen über den Cauſalzuſammenhang vulkaniſcher Thätigkeit. Es entſtand bei Ariſtoteles die ſonderbare Theorie von der Gewalt der in den Schluchten der Erdtiefe ſich einfangenden Winde (Meteor. II. p. 368). Die unglückliche Frequenz der Erderſchütterungen in Hellas und in Unter-Italien hat durch den Antheil, den ſie an der früheren Zerſtörung der Monumente aus der Blüthezeit der Künſte gehabt, den verderblichſten Einfluß auf alle Studien ausgeübt, welche auf die Entwickelung griechiſcher und römiſcher Cultur nach verſchiedenen Zeitepochen gerichtet ſind. Auch ägyptiſche Monumente, z. B. der eine Memnons-Coloß (27 Jahre vor unſerer Zeitrechnung), haben von Erdſtößen gelitten, die, wie Letronne erwieſen, im Nilthal gar nicht ſo ſelten geweſen ſind, als man geglaubt (les Statues vocales de Memnon 1833 p. 23—27 und 255).

Nach den hier angeführten phyſiſchen Veränderungen, welche die Erdbeben durch Erzeugung von Spalten veranlaſſen, iſt es um ſo auffallender, wie ſo viele warme Heilquellen Jahrhunderte lang ihren Stoffgehalt und ihre Temperatur unverändert erhalten; und alſo aus Spalten hervorquellen müſſen, die weder der Tiefe nach, noch gegen die Seiten hin Veränderungen erlitten zu haben ſcheinen. Eingetretene Communicationen mit höheren Erdſchichten würden Verminderung, mit tieferen Vermehrung der Wärme hervorgebracht haben.

Als der Vulkan von Conſeguina (im Staat Nicaragua) am 23 Januar 1835 ſeinen großen Ausbruch machte, wurde das unterirdiſche Getöſe[25] (los ruidos subterraneos) zugleich gehört auf der Inſel Jamaica und auf dem Hochlande von Bogota, 8200 Fuß über dem Meere, entfernter als von Algier nach London. Auch habe ich ſchon an einem anderen Orte bemerkt, daß bei den Ausbrüchen des Vulkans auf der Inſel St. Vincent, am 30 April 1812, um 2 Uhr Morgens, das dem Kanonendonner gleiche Getöſe ohne alle fühlbare Erderſchütterung auf einem Raume von 10000 geogr. Quadratmeilen gehört wurde.[26] Sehr merkwürdig iſt es, daß, wenn Erdbeben mit Getöſe verbunden ſind, was keinesweges immer der Fall iſt, die Stärke des letzteren gar nicht mit der des erſteren wächſt. Das ſeltenſte und räthſelhafteſte Phänomen unterirdiſcher Schallbildung bleibt immer das der bramidos de Guanaxuato vom 9 Januar bis zur Mitte des Februars 1784, über das ich die erſten ſicheren Nachrichten aus dem Munde noch lebender Zeugen und aus archivariſchen Urkunden habe ſammeln können. (Kosmos Bd. I. S. 216 und 444.)

Die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit des Erdbebens auf der Oberfläche der Erde muß ihrer Natur nach durch die ſo verſchiedenen Dichtigkeiten der feſten Gebirgsſchichten (Granit und Gneiß, Baſalt und Trachyt-Porphyr, Jurakalk und Gyps) wie des Schuttlandes, welche die Erſchütterungswelle durchläuft, mannigfach modificirt werden. Es wäre aber doch wünſchenswerth, daß man endlich einmal mit Sicherheit die äußerſten Grenzen kennen lernte, zwiſchen denen die Geſchwindigkeiten ſchwanken. Es iſt wahrſcheinlich, daß den heftigeren Erſchütterungen keineswegs immer die größte Geſchwindigkeit zukommt. Die Meſſungen beziehen ſich ohnedies nicht immer auf

dieſelben Wege, welche die Erſchütterungswellen genommen haben. An genauen mathematiſchen Beſtimmungen fehlt es ſehr; und nur ganz neuerlich iſt über das rheiniſche Erdbeben vom 29 Juli 1846 mit großer Genauigkeit und Umſicht ein Reſultat von Julius Schmidt, Gehülfen an der Sternwarte zu Bonn, erlangt worden. Die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit war in dem eben genannten Erdbeben 3,739 geogr. Meilen in der Minute, d. i. 1376 Pariſer Fuß in der Secunde. Dieſe Schnelligkeit übertrifft allerdings die der Schallwelle in der Luft; wenn dagegen die Fortpflanzung des Schalles im Waſſer nach Colladon und Sturm 4706 Fuß, in gegoſſenen eiſernen Röhren nach Biot 10690 Fuß beträgt, ſo erſcheint das für das Erdbeben gefundene Reſultat ſehr ſchwach. Für das Erdbeben von Liſſabon am 1 Nov. 1755 fand Schmidt (nach weniger genauen Angaben) zwiſchen den portugieſiſchen und holſteiniſchen Küſten eine mehr denn fünfmal größere Geſchwindigkeit als am Rhein den 29 Juli 1846. Es ergaben ſich nämlich für Liſſabon und Glückſtadt (Entfernung 295 geogr. Meilen) 19,6 Meilen in der Minute oder 7464 Pariſer Fuß in 1″: immer noch 3226 Fuß weniger Geſchwindigkeit als im Gußeiſen. [27]

Erderſchütterungen und plötzliche Feuerausbrüche lang ruhender Vulkane: ſei es, daß dieſe bloß Schlacken oder, *intermittirenden* Waſſerquellen gleich, flüſſige geſchmolzene Erde in Lavaſtrömen ergießen; haben allerdings einen gemeinſchaftlichen alleinigen Cauſalzuſammenhang in der hohen Temperatur des Inneren unſres Planeten: aber eine dieſer Erſcheinungen zeigt ſich meiſt ganz unabhängig von der andren. Heftige Erdbeben erſchüttern z. B. in der Andeskette in ihrer Linear-Verbreitung Gegenden, in denen ſich nicht erloſchene, ja noch

oftmals thätige Vulkane erheben, ohne daß dieſe letzteren dadurch auf irgend eine bemerkbare Weiſe angeregt werden. Bei der großen Cataſtrophe von Riobamba haben ſich der nahe Vulkan Tungurahua und der etwas fernere Vulkan Cotopari ganz ruhig verhalten. Umgekehrt haben Vulkane mächtige, langdauernde Ausbrüche dargeboten, ohne daß weder vorher noch gleichzeitig in der Umgegend Erdbeben gefühlt wurden. Es ſind gerade die verheerendſten Erderſchütterungen, von denen die Geſchichte Kunde giebt und die viele tauſend Quadratmeilen durchlaufen haben, welche, nach dem an der Oberfläche Bemerkbaren zu urtheilen, in keinem Zuſammenhange mit der Thätigkeit von Vulkanen ſtehen. Dieſe hat man neuerdings plutoniſche Erdbeben im Gegenſatz der eigentlichen vulkaniſchen genannt, die meiſt auf kleinere Localitäten eingeſchränkt ſind. In Hinſicht auf allgemeinere Anſichten über Vulcanicität iſt dieſe Nomenclatur nicht zu billigen. Die bei weitem größere Zahl der Erdbeben auf unſerem Planeten müßten plutoniſche heißen.

Was Erdſtöße erregen kann, iſt überall unter unſeren Füßen; und die Betrachtung, daß faſt $^3/_4$ der Erdoberfläche, von dem Meere bedeckt (einige ſporadiſche Inſeln abgerechnet), ohne alle bleibende Communication des Inneren mit der Atmoſphäre, d. h. ohne thätige Vulkane, ſind: widerſpricht dem irrigen, aber verbreiteten Glauben, daß alle Erdbeben der Eruption eines fernen Vulkans zuzuſchreiben ſeien. Erſchütterungen der Continente pflanzen ſich allerdings auf dem Meeresboden von den Küſten aus fort; und erregen die furchtbaren Meereswellen, von welchen die Erdbeben von Liſſabon, Callao de Lima und Chili ſo denkwürdige Beiſpiele gegeben haben. Wenn dagegen die Erdbeben von dem Meeresboden ſelbſt

ausgehen, aus dem Reiche des Erderschütterers Poseidon (σεισίχθων, κινησίχθων): und nicht von einer insel-erzeugenden Hebung (wie bei der ephemeren Existenz der Insel Sabrina oder Julia) begleitet sind; so kann an Punkten, wo der Seefahrer keine Stöße fühlen würde, doch ein ungewöhnliches Rollen und Anschwellen der Wogen bemerkt werden. Auf ein solches Phänomen haben mich die Bewohner des öden peruanischen Küstenlandes oftmals aufmerksam gemacht. Ich sah selbst in dem Hafen von Callao und bei der gegenüberliegenden Insel San Lorenzo in ganz windstillen Nächten, in diesem sonst so überaus friedlichen Theile der Südsee, sich plötzlich auf wenige Stunden Welle auf Welle zu mehr als 10 bis 14 Fuß Höhe thürmen. Daß ein solches Phänomen Folge eines Sturmes gewesen sei, welcher in großer Ferne auf offenem Meere gewüthet hätte, war in diesen Breiten keineswegs anzunehmen.

Um von denjenigen Erschütterungen zu beginnen, welche auf den kleinsten Raum eingeschränkt sind, und offenbar der Thätigkeit eines Vulkans ihren Ursprung verdanken; so erinnere ich hier zuerst daran, wie, nächtlich im Krater des Vesuvs am Fuß eines kleinen Auswurfs-Kegels sitzend, den Chronometer in der Hand (es war nach dem großen Erdbeben von Neapel am 26 Juli 1805 und nach dem Lava-Ausbruch, der 17 Tage darauf erfolgte), ich sehr regelmäßig alle 20 oder 25 Secunden unmittelbar vor jedem Auswurf glühender Schlacken eine Erschütterung des Kraterbodens fühlte. Die Schlacken, 50—60 Fuß emporgeschleudert, fielen theils in die Eruptions-Oeffnung zurück, theils bedeckten sie die Seitenwände des Kegels. Die Regelmäßigkeit eines solchen Phänomens macht die Beobachtung gefahrlos. Das sich wiederholende kleine Erdbeben war keineswegs bemerkbar außerhalb

des Kraters: nicht im Atrio del Cavallo, nicht in der Einſiedelei del Salvatore. Die Periodicität der Erſchütterung bezeugt, daß ſie abhängig war von einem beſtimmten Spannungsgrade, welchen die Dämpfe erreichen müſſen, um in dem Inneren des Schlackenkegels die geſchmolzene Maſſe zu durchbrechen. Eben ſo als man in dem eben beſchriebenen Falle keine Erſchütterungen am Abfall des Aſchenkegels des Veſuvs fühlte; wurde auch bei einem ganz analogen, aber viel großartigeren Phänomen: am Aſchenkegel des Vulkans Sangai, der ſüdöſtlich von der Stadt Quito ſich bis zu 15984 Fuß erhebt, von einem ſehr ausgezeichneten Beobachter, Herrn Wiſſe, als er ſich (im December 1849) dem Gipfel und Krater bis auf tauſend Fuß näherte, kein Erzittern des Bodens[28] bemerkt; dennoch waren in der Stunde bis 267 Exploſionen (Schlacken-Auswürfe) gezählt worden.

Eine zweite, unendlich wichtigere Gattung von Erdbeben iſt die ſehr häufige, welche große Ausbrüche von Vulkanen zu begleiten oder ihnen voranzugehen pflegt: ſei es, daß die Vulkane, wie unſere europäiſchen, Lavaſtröme ergießen; oder, wie Cotopari, Pichincha und Tunguragua der Andeskette, nur verſchlackte Maſſen, Aſche und Dämpfe ausſtoßen. Für dieſe Gattung ſind vorzugsweiſe die Vulkane als Sicherheits-Ventile zu betrachten, ſchon nach dem Ausſpruche Strabo's über die lava-ergießende Spalte bei Lelante auf Euböa. Die Erdbeben hören auf, wenn der große Ausbruch erfolgt iſt.

Am weiteſten[29] verbreitet ſind aber die Verheerungen von Erſchütterungswellen, welche theils ganz untrachytiſche, unvulkaniſche Länder; theils trachytiſche, vulkaniſche, wie die Cordilleren von Südamerika und Mexico: durchziehen, ohne irgend einen Einfluß auf die nahen Vulkane auszuüben. Das iſt

eine dritte Gruppe von Erſcheinungen; und die, welche am überzeugendſten an die Exiſtenz einer allgemeinen Urſach, welche in der thermiſchen Beſchaffenheit des Inneren unſres Planeten liegt, erinnert. Zu dieſer dritten Gruppe gehört auch der, doch ſeltene Fall, daß in unvulkaniſchen und durch Erdbeben wenig erſchreckten Ländern, auf dem eingeſchränkteſten Raume, der Boden Monate lang ununterbrochen zittert, ſo daß man eine Hebung, die Bildung eines thätigen Vulkans zu beſorgen anfängt. So war dieß in den piemonteſiſchen Thälern von Pelis und Cluſſon, wie bei Pignerol im April und Mai 1805; ſo im Frühjahr 1829 in Murcia, zwiſchen Orihuela und der Meeresküſte, auf einem Raum von kaum einer Quadratmeile. Als im Inneren von Mexico, am weſtlichen Abfall des Hochlandes von Mechoacan, die cultivirte Fläche von Jorullo 90 Tage lang ununterbrochen erbebte; ſtieg der Vulkan mit vielen Tauſenden, ihn umgebender, 5—7 Fuß hoher Kegel (los hornitos) empor, und ergoß einen kurzen, aber mächtigen Lavaſtrom. In Piemont und in Spanien dagegen hörten die Erderſchütterungen allmälig auf, ohne daß irgend eine Naturbegebenheit erfolgte.

Ich hielt es für nützlich die ganz verſchiedenen Arten der Manifeſtation derſelben vulkaniſchen Thätigkeit (der Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche) aufzuzählen, um den Beobachter zu leiten, und ein Material zu ſchaffen, das zu fruchtbaren Reſultaten über den Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen führen kann. Bisweilen umfaßt die vulkaniſche Thätigkeit auf einmal oder in nahen Perioden einen ſo großen Theil des Erdkörpers, daß die erregten Erſchütterungen des Bodens dann mehreren, mit einander verwandten Urſachen gleichzeitig zugeſchrieben werden können. Die Jahre 1796 und

1811 bieten besonders denkwürdige Beispiele [30] von solcher Gruppirung der Erscheinungen dar.

b. Thermalquellen.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos Bd. I. S. 226—232.)

Als eine Folge der Lebensthätigkeit des Inneren unsres Erdkörpers, die in unregelmäßig wiederholten, oft furchtbar zerstörenden Erscheinungen sich offenbart, haben wir das Erdbeben geschildert. Es waltet in demselben eine vulkanische Macht: freilich ihrem inneren Wesen nach nur bewegend, erschütternd, dynamisch wirkend; wenn sie aber zugleich an einzelnen Punkten durch Erfüllung von Nebenbedingungen begünstigt wird, ist sie fähig einiges Stoffartige, zwar nicht, gleich den eigentlichen Vulkanen, zu produciren, aber an die Oberfläche zu leiten. Wie bei dem Erdbeben bisweilen auf kurze Dauer, durch plötzlich eröffnete Spalten, Wasser, Dämpfe, Erdöl, Gemische von Gas-Arten, oder breiartige Massen (Schlamm und Moya) ausgestoßen werden; so entquellen durch das allverbreitete Gewebe von communicirenden Spalten tropfbare und luftartige Flüssigkeiten permanent dem Schooße der Erde. Den kurzen und ungestümen Auswurfs-Phänomenen stellen wir hier zur Seite das große, friedliche Quellensystem der Erdrinde, wohlthätig das organische Leben anregend und erhaltend. Es giebt Jahrtausende lang dem Organismus zurück, was dem Luftkreise durch den niederfallenden Regen an Feuchtigkeit entzogen worden ist. Analoge Erscheinungen erläutern sich gegenseitig in dem ewigen Haushalte der Natur; und wo nach Verallgemeinerung der Begriffe gestrebt wird, darf die enge Verkettung des als verwandt Erkannten nicht unbeachtet bleiben.

Die, im Sprachgebrauch so natürlich scheinende, weit verbreitete Eintheilung der Quellen in kalte und warme hat, wenn man sie auf numerische Temperatur-Angaben reduciren will, nur sehr unbestimmte Fundamente. Soll man die Wärme der Quellen vergleichen mit der inneren Wärme des Menschen (zu 36°,7 bis 37° nach Brechet und Becquerel, mit thermo-electrischen Apparaten gefunden); so ist der Thermometer-Grad, bei dem eine Flüssigkeit kalt, warm oder heiß in Berührung mit Theilen des menschlichen Körpers genannt wird, nach individuellem Gefühle sehr verschieden. Es kann nicht ein absoluter Temperatur-Grad festgesetzt werden, über den hinaus eine Quelle warm genannt werden soll. Der Vorschlag, in jeder klimatischen Zone eine Quelle kalt zu nennen, wenn ihre mittlere Jahres-Temperatur die mittlere Jahres-Temperatur der Luft in derselben Zone nicht übersteigt; bietet wenigstens eine wissenschaftliche Genauigkeit, die Vergleichung bestimmter Zahlen, dar. Sie gewährt den Vortheil, auf Betrachtungen über den verschiedenen Ursprung der Quellen zu leiten: da die ergründete Uebereinstimmung ihrer Temperatur mit der Jahres-Temperatur der Luft in unveränderlichen Quellen unmittelbar; in veränderlichen, wie Wahlenberg und Erman der Vater gezeigt haben, in den Mitteln der Sommer- und der Wintermonate erkannt wird. Aber nach dem hier bezeichneten Criterium müßte in einer Zone eine Quelle warm genannt werden, die kaum den siebenten oder achten Theil der Temperatur erreicht, welche in einer anderen, dem Aequator nahen Zone eine kalte genannt wird. Ich erinnere an die Abstände der mittleren Temperaturen von Petersburg (3°,4) und der Ufer des Orinoco. Die reinsten Quellwasser, welche ich in der Gegend der Cataracten von Atures [31] und Maypures

(27°,3), oder in der Waldung des Atabapo getrunken, hatten eine Temperatur von mehr als 26°; ja die Temperatur der großen Flüſſe im tropiſchen Südamerika entſpricht den hohen Wärmegraden ſolcher kalten[32] Quellen!

Das durch mannigfaltige Urſachen des Druckes und durch den Zuſammenhang waſſerhaltiger Spalten bewirkte Ausbrechen von Quellen iſt ein ſo allgemeines Phänomen der Erdoberfläche, daß Waſſer an einigen Punkten den am höchſten gehobenen Gebirgsſchichten, in anderen dem Meeresboden entſtrömen. In dem erſten Viertel dieſes Jahrhunderts wurden durch Leopold von Buch, Wahlenberg und mich zahlreiche Reſultate über die Temperatur der Quellen und die Vertheilung der Wärme im Inneren der Erde in beiden Hemiſphären, und zwar vom 12ten Grade ſüdlicher bis zum 71ten Grade nördlicher Breite, geſammelt.[33] Es wurden die Quellen, welche eine unveränderliche Temperatur haben, ſorgfältig von den mit den Jahreszeiten veränderlichen geſchieden; und Leopold von Buch erkannte den mächtigen Einfluß der Regen-Vertheilung im Laufe des Jahres: d. i. den Einfluß des Verhältniſſes zwiſchen der relativen Häufigkeit der Winter- und Sommer-Regen auf die Temperatur der veränderlichen Quellen, welche, der Zahl nach, die allverbreitetſten ſind. Sehr ſcharfſinnige Zuſammenſtellungen von de Gasparin, Schouw und Thurmann haben in neuerer Zeit[34] dieſen Einfluß in geographiſcher und hypſometriſcher Hinſicht, nach Breite und Höhe, in ein helleres Licht geſetzt. Wahlenberg behauptete, daß in ſehr hohen Breiten die mittlere Temperatur der veränderlichen Quellen etwas höher als die mittlere Temperatur der Atmoſphäre ſei; er ſuchte die Urſach davon nicht in der Trockenheit einer ſehr kalten Luft und in dem, dadurch bewirkten,

minder häufigen Winter-Regen: ſondern in der ſchützenden, die Wärme-Strahlung des Bodens vermindernden Schneedecke. In denjenigen Theilen des nord-aſiatiſchen Flachlandes, in welchen eine ewige Eisſchicht oder wenigſtens ein mit Eisſtücken gemengtes, gefrorenes Schuttland ſchon in einer Tiefe von wenigen Fußen[35] gefunden wird; kann die Quellen-Temperatur nur mit großer Vorſicht zu der Erörterung von Kupffer's wichtiger Theorie der Iſogeothermen benutzt werden. Dort entſteht in der oberen Erdſchicht eine zwiefache Wärme-Strahlung: eine nach oben gegen den Luftkreis, und eine andere nach unten gegen die Eisſchicht hin. Eine lange Reihe ſchätzbarer Beobachtungen, welche mein Freund und Begleiter, Guſtav Roſe, auf der ſibiriſchen Expedition in heißem Sommer (oft in noch mit Eis umgebenen Brunnen) zwiſchen dem Irtyſch, Obi und dem caſpiſchen Meere angeſtellt hat, offenbarten eine große Complication localer Störungen. Diejenigen, welche ſich aus ganz anderen Urſachen in der Tropenzone da zeigen, wo Gebirgsquellen auf mächtigen Hochebenen, acht- bis zehntauſend Fuß über dem Meere (Micuipampa, Quito, Bogota): oder in ſchmalen, iſolirten Berggipfeln, noch viele tauſend Fuß höher, hervorbrechen; umfaſſen nicht bloß einen weit größeren Theil der Erdoberfläche, ſondern leiten auch auf die Betrachtung analoger thermiſcher Verhältniſſe in den Gebirgsländern der gemäßigten Zone.

Vor allem iſt es bei dieſem wichtigen Gegenſtande nothwendig den Cyclus wirklicher Beobachtungen von den theoretiſchen Schlüſſen zu trennen, welche man darauf gegründet. Was wir ſuchen, iſt, in ſeiner größten Allgemeinheit ausgeſprochen, dreierlei: die Vertheilung der Wärme in der uns zugänglichen Erdrinde, in der Waſſerbedeckung (dem Ocean)

und der Atmoſphäre. In den beiden Umhüllungen des Erdkörpers, der tropfbaren und gasförmigen, herrſcht entgegengeſetzte Veränderung der Temperatur (Abnahme und Zunahme derſelben in den auf einander gelagerten Schichten) in der Richtung der Verticale. In den feſten Theilen des Erdkörpers wächſt die Temperatur mit der Tiefe; die Veränderung iſt in demſelben Sinne, wenn gleich in ſehr verſchiedenem Verhältniß, wie im Luftmeere, deſſen Untiefen und Klippen die Hochebenen und vielgeſtalteten Berggipfel bilden. Durch directe Verſuche kennen wir am genaueſten die Vertheilung der Wärme im Luftkreiſe geographiſch nach Ortsbeſtimmung in Breite und Länge, wie nach hypſometriſchen Verhältniſſen nach Maaßgabe der verticalen Höhe über der Meeresfläche: beides doch faſt nur in nahem Contact mit dem feſten und tropfbar flüſſigen Theile der Oberfläche unſeres Planeten. Wiſſenſchaftliche und ſyſtematiſch angeordnete Unterſuchungen durch aëroſtatiſche Reiſen im freien Luftmeere, außerhalb der zu nahen Einwirkung der Erde, ſind bisher noch zu ſelten, und daher wenig geeignet geweſen, die ſo nothwendigen numeriſchen Angaben mittlerer Zuſtände darzubieten. Für die Abnahme der Wärme in den Tiefen des Oceans fehlt es nicht an Beobachtungen; aber Strömungen, welche Waſſer verſchiedener Breiten, Tiefen und Dichtigkeiten herbeiführen, erſchweren faſt noch mehr als Strömungen in der Atmoſphäre die Erlangung allgemeiner Reſultate. Wir haben die thermiſchen Zuſtände der beiden Umhüllungen unſeres Planeten, welche weiter unten einzeln behandelt werden, hier nur vorläufig deshalb berührt, um den Einfluß der verticalen Wärme-Vertheilung in der feſten Erdrinde, das Syſtem der Geo-Iſothermen, nicht allzu iſolirt, ſondern als einen Theil der alles durchdringenden

Wärme-Bewegung, einer ächt kosmiſchen Thätigkeit, zu betrachten.

So vielfach belehrend auch die Beobachtungen über die ungleiche Temperatur-Abnahme der nicht mit den Jahreszeiten veränderlichen Quellen bei zunehmender Höhe des Punktes ihres Ausbruchs iſt; ſo kann das locale Geſetz ſolcher abnehmenden Temperatur der Quellen doch nicht, wie oft geſchieht, unbedingt als ein allgemeines geothermiſches Geſetz betrachtet werden. Wenn man gewiß wäre, daß Waſſer auf einer horizontalen Schicht in großer Erſtreckung ungemiſcht fortliefen, ſo würde man allerdings glauben können, daß ſie allmälig die Temperatur des Feſten angenommen haben; aber in dem großen Spaltengewebe der gehobenen Maſſen kann dieſer Fall nur ſelten vorkommen. Kältere, höhere Waſſer vermiſchen ſich mit den unteren. Unſer Bergbau, ſo geringe Räume er auch der Tiefe nach umfaßt, iſt ſehr belehrend in dieſer Hinſicht; aber unmittelbar würde man nur dann zur Kenntniß der Geo-Iſothermen gelangen, wenn nach Bouſſingault's Methode [36] unterhalb der Tiefe, in welcher ſich noch die Einflüſſe der Temperatur-Veränderungen des nahen Luftkreiſes äußern, Thermometer in ſehr verſchiedenen Höhen über dem Meere eingegraben würden. Vom 45ten Grad der Breite bis zu den dem Aequator nahen Theilen der Tropengegend nimmt die Tiefe, in der die invariable Erdſchicht beginnt, von 60 bis 1½ oder 2 Fuß ab. Das Eingraben der Geothermometer in geringen Tiefen, um zur Kenntniß der mittleren Erd-Temperatur zu gelangen, iſt demnach nur zwiſchen den Wendekreiſen oder in der ſubtropiſchen Zone leicht ausführbar. Das vortreffliche Hülfsmittel der arteſiſchen Brunnen, die eine Wärme-Zunahme von 1° des hunderttheiligen Thermometers für jede 91 bis 99 Fuß in abſoluten Tiefen

von 700 bis 2200 Fuß angezeigt haben, iſt bisher dem Phyſiker nur in Gegenden von nicht viel mehr als 1500 Fuß Höhe über dem Meeresſpiegel dargeboten worden.[37] Grubenbaue der Menſchen auf Silbererz habe ich in der Andeskette 6° 45′ ſüdlich vom Aequator in faſt 12400 Fuß Höhe beſucht, und die Temperatur der dort aus den Geſteinklüften des Kalkſteins andringenden Bergwaſſer zu 11°, 3 gefunden.[38] Die Waſſer, welche in den Bädern des Inca Tupac Yupanqui gewärmt wurden, auf dem Rücken der Andes (Paso del Assuay), kommen wahrſcheinlich aus Quellen der Ladera de Cadlud: wo ich den Weg, neben welchem auch die alte peruaniſche Kunſtſtraße fortlief, barometriſch zu 14568 Fuß Höhe (faſt zu der des Montblanc) gefunden habe.[39] Das ſind die höchſten Punkte, an denen ich in Südamerika Quellwaſſer beobachten konnte. In Europa haben in den öſtlichen Alpen die Gebrüder Schlagintweit auf 8860 Fuß Höhe Stollenwaſſer in der Goldzeche, und kleine Quellen nahe bei dem Stollen-Mundloche von nur 0°, 8 Wärme gemeſſen[40]: fern von allem Schnee und allem Gletſcher-Eiſe. Die letzten Höhengrenzen der Quellen ſind ſehr verſchieden nach Maaßgabe der geographiſchen Breiten, der Höhe der Schneelinie und des Verhältniſſes der höchſten Gipfel zu den Gebirgskämmen und Hochebenen.

Nähme der Halbmeſſer des Planeten um die Höhe des Himalaya im Kintſchindjunga, alſo gleichmäßig in der ganzen Oberfläche um 26436 Fuß (1,16 geogr. Meilen) zu; ſo würde bei dieſer geringen Vermehrung von nur $\frac{1}{800}$ des Erdhalbmeſſers (nach Fourier's analytiſcher Theorie) die Wärme, in der durch Strahlung erkalteten Oberfläche, in der oberen Erdrinde faſt ganz die ſein, welche ſie jetzt iſt. Erheben ſich aber einzelne Theile der Oberfläche in Bergketten und ſchmalen Gipfeln, wie

Klippen auf dem Boden des Luftmeeres; so entsteht in dem Inneren der gehobenen Erdschichten von unten nach oben eine Wärme-Abnahme, die modificirt wird durch den Contact mit Luftschichten verschiedener Temperatur, durch die Wärme-Capacität und das Wärme-Leitungsvermögen heterogener Gebirgsarten, durch die Insolation (Besonnung) der mit Wald bedeckten Gipfel und Gehänge; durch die größere und geringere Wärme-Strahlung der Berge nach Maaßgabe ihrer Gestaltung (Reliefform), ihrer Mächtigkeit (in großen Massen) oder ihrer conischen und pyramidalen Schmalheit. Die specielle Höhe der Wolkenregion, die Schnee- und Eisdecken bei verschiedener Höhe der Schneegrenze, die Frequenz der nach den Tageszeiten längs den steilen Abhängen herabkommenden erkaltenden Luftströmungen verändern den Effect der Erdstrahlung. Je nachdem sich die, gleich Zapfen emporstrebenden Gipfel erkälten, entsteht im Inneren eine nach Gleichgewicht strebende, aber dasselbe nie erreichende schwache Wärme-Strömung von unten nach oben. Die Erkennung so vieler auf die verticale Wärme-Vertheilung wirkender Factoren leitet zu wohlbegründeten Vermuthungen über den Zusammenhang verwickelter localer Erscheinungen, aber sie leitet nicht zu unmittelbaren numerischen Bestimmungen. Bei den Gebirgsquellen (und die höheren, für die Gemsjäger wichtig, werden sorgsam aufgesucht) bleibt so oft der Zweifel, daß sie mit Wassern gemischt sind, welche niedersinkend die kältere Temperatur oberer, oder gehoben, aufsteigend, die wärmere Temperatur tieferer Schichten hinzuführen. Aus 19 Quellen, die Wahlenberg beobachtete, zieht Kämtz den Schluß, daß man sich in den Alpen 900 bis 960 Fuß erheben müsse, um die Quellen-Temperatur um 1° sinken zu sehen. Eine größere Zahl, mit mehr Vorsicht ausgewählter Beobachtungen

von Hermann und Adolph Schlagintweit in den östlichen kärnthner und westlichen schweizer Alpen am Monte Rosa geben nur 720 Fuß. Nach der großen Arbeit[41] dieser vortrefflichen Beobachter ist „die Abnahme der Quellen-Temperatur jedenfalls etwas langsamer als jene der mittleren Jahres-Temperatur der Luft, welche in den Alpen 540 Fuß für 1° beträgt. Die Quellen sind dort im allgemeinen in gleichem Niveau wärmer als die mittlere Luft-Temperatur; und der Unterschied zwischen Luft- und Quellenwärme wächst mit der Höhe. Die Temperatur des Bodens ist bei gleicher Höhe nicht dieselbe in dem ganzen Alpenzuge, da die isothermen Flächen, welche die Punkte gleicher mittlerer Quellenwärme verbinden, sich um so mehr über das Niveau des Meeres erheben, abgesehen von dem Einfluß der geographischen Breite, je bedeutender die mittlere Anschwellung des umgebenden Bodens ist: alles nach den Gesetzen der Vertheilung der Wärme in einem festen Körper von wechselnder Dicke, mit welchem man das Relief (die Massen-Erhebung) der Alpen vergleichen kann."

In der Andeskette, und gerade in dem vulkanischen Theile derselben, welcher die größten Erhebungen darbietet, kann in einzelnen Fällen das Eingraben von Thermometern durch den Einfluß localer Verhältnisse zu täuschenden Resultaten führen. Nach der früher von mir gefaßten Meinung, daß weitgesehene schwarze Felsgrate, welche die Schneeregion durchsetzen, nicht immer bloß der Configuration und Steilheit ihrer Seitenwände, sondern anderen Ursachen ihren gänzlichen Mangel von Schnee verdanken: grub ich am Chimborazo in einer Höhe von 17160 Fuß, also 3350 Fuß über der Gipfelhöhe des Montblanc, eine Thermometer-Kugel nur drei Zoll in den Sand, der die Kluft in einem Grate füllte. Das Thermometer zeigte

anhaltend 5°,8, während die Luft nur 2°,7 über dem Gefrierpunkt war. Das Reſultat dieſer Beobachtung hat einige Wichtigkeit: denn bereits 2400 Fuß tiefer, an der unteren Grenze des ewigen Schnees der Vulkane von Quito, iſt nach vielen von Bouſſingault und mir geſammelten Beobachtungen die mittlere Wärme der Atmoſphäre nicht höher als 1°,6. Die Erd-Temperatur von 5°,8 muß daher der unterirdiſchen Wärme des Dolerit-Gebirges: ich ſage nicht der ganzen Maſſe, ſondern den in derſelben aus der Tiefe aufſteigenden Luftſtrömen, zugeſchrieben werden. Am Fuß des Chimborazo, in 8900 Fuß Höhe, gegen das Dörfchen Calpi hin, liegt ohnedies ein kleiner Ausbruch-Krater, Yana-Urcu, der, wie auch ſein ſchwarzes, ſchlackenartiges Geſtein (Augit-Porphyr) bezeugt, in der Mitte des 15ten Jahrhunderts ſcheint thätig geweſen zu ſein.[42]

Die Dürre der Ebene, aus welcher der Chimborazo aufſteigt, und der unterirdiſche Bach, den man unter dem eben genannten vulkaniſchen Hügel Yana-Urcu rauſchen hört, haben zu ſehr verſchiedenen Zeiten Bouſſingault und mich[43] zu der Betrachtung geführt, daß die Waſſer, welche die ungeheuren, an ihrer unteren Grenze ſchmelzenden Schneemaſſen täglich erzeugen, auf den Klüften und Weitungen der gehobenen Vulkane in die Tiefe verſinken. Dieſe Waſſer bringen perpetuirlich eine Erkaltung in den Schichten hervor, durch die ſie herabſtürzen. Ohne ſie würden die ganzen Dolerit- und Trachytberge auch in Zeiten, die keinen nahen Ausbruch verkünden, in ihrem Inneren eine noch höhere Temperatur aus dem ewig wirkenden, vielleicht aber nicht unter allen Breitengraden in gleicher Tiefe liegenden, vulkaniſchen Urquell annehmen. So iſt im Wechſelkampfe der Erwärmungs- und Erkältungs-Urſachen ein ſtetes Fluthen der Wärme auf- und abwärts:

vorzugsweise da anzunehmen, wo zapfenartig feste Theile in den Luftkreis aufsteigen.

Gebirge und hohe Gipfel sind aber dem Areal nach, das sie umfassen, ein sehr kleines Phänomen in der Relief-Gestaltung der Continente; und dazu sind fast $^2/_3$ der ganzen Erdoberfläche (nach dem jetzigen Zustande geographischer Entdeckungen in den Polargegenden beider Hemisphären kann man das Verhältniß von Meer und Land wohl wie 8:3 annehmen) Meeresgrund. Dieser ist unmittelbar mit Wasserschichten in Contact: die, schwach gesalzen und nach dem Maximum ihrer Dichtigkeiten (bei 3°,94) sich lagernd, eine eisige Kälte haben. Genaue Beobachtungen von Lenz und du Petit Thouars haben gezeigt, daß mitten in den Tropen, wo die Oberfläche des Oceans 26° bis 27° Wärme hat, aus sieben- bis achthundert Faden Tiefe Wasser von 2° ½ Temperatur haben heraufgezogen werden können: — Erscheinungen, welche die Existenz von unteren Strömungen aus den Polargegenden offenbaren. Die Folgen dieser suboceanischen constanten Erkaltung des bei weitem größeren Theils der Erdrinde verdienen eine Aufmerksamkeit, die ihnen bisher nicht genugsam geschenkt worden ist. Felsklippen und Inseln von geringem Umfange, welche wie Zapfen aus dem Meeresgrunde über die Oberfläche des Wassers hervortreten; schmale Landengen, wie Panama und Darien, von großen Weltmeeren bespült: müssen eine andere Wärme-Vertheilung in ihren Gesteinschichten darbieten als Theile von gleichem Umfange und gleicher Masse im Inneren der Continente. In einer sehr hohen Gebirgsinsel ist, der Verticale nach, der unterseeische Theil mit einer Flüssigkeit in Contact, welche von unten nach oben eine wachsende Temperatur hat. Wie aber die Erdschichten in die Atmosphäre, vom Meere unbenetzt, treten,

berühren ſie unter dem Einfluß der Beſonnung und freier Ausſtrahlung dunkler Wärme eine gasförmige Flüſſigkeit, in welcher die Temperatur mit der Höhe abnimmt. Aehnliche thermiſche Verhältniſſe von entgegengeſetzter Ab- und Zunahme der Temperatur in der Verticale wiederholen ſich zwiſchen zwei großen Binnenmeeren, dem caſpiſchen und dem Aral-See, in dem ſchmalen Uſt-Urt, welcher beide von einander ſcheidet. Um ſo verwickelte Phänomene einſt aufzuklären, dürfen aber nur ſolche Mittel angewandt werden, welche, wie Bohrlöcher von großer Tiefe, unmittelbar auf die Kenntniß der inneren Erdwärme leiten; nicht etwa bloß Quellen-Beobachtungen oder die Luft-Temperatur in Höhlen, welche eben ſo unſichere Reſultate geben als die Luft in den Stollen und Weitungen der Bergwerke.

Das Geſetz der zunehmenden und abnehmenden Wärme, wenn man ein niedriges Flachland mit einem prallig viele tauſend Fuß aufſteigenden Gebirgsrücken oder Gebirgsplateau vergleicht, hängt nicht einfach von dem verticalen Höhenverhältniß zweier Punkte der Erdoberfläche (in dem Flachlande und auf dem Gebirgsgipfel) ab. Wenn man nach der Vorausſetzung eines beſtimmten Maaßes der Temperatur-Veränderung in einer gewiſſen Zahl von Fußen von der Ebene aufwärts zum Gipfel oder vom Gipfel abwärts zu der Erdſchicht im Inneren der Bergmaſſe rechnen wollte, welche mit der Oberfläche der Ebene in demſelben Niveau liegt; ſo würde man in dem einen Fall den Gipfel zu kalt, in dem andren die in dem Inneren des Berges bezeichnete Schicht viel zu heiß finden. Die Vertheilung der Wärme in einem aufſteigenden Gebirge (in einer Undulation der Erdoberfläche) iſt abhängig, wie ſchon oben bemerkt, von Form, Maſſe und Leitungsfähigkeit; von

Inſolation und Ausſtrahlung der Wärme gegen reine oder mit Wolken erfüllte Luftſchichten; von dem Contact und Spiele der auf- und niederſteigenden Luftſtrömungen. Nach ſolchen Vorausſetzungen müßten bei ſehr mäßigen Höhenverſchiedenheiten von vier- bis fünftauſend Fuß Gebirgsquellen ſehr häufig ſein, deren Temperatur die mittlere Temperatur des Orts um 40 bis 50 Grad überſtiege; wie würde es vollends ſein am Fuß von Gebirgen unter den Tropen, die bei 14000 Fuß Erhebung noch frei von ewigem Schnee ſind, und oft keine vulkaniſche Gebirgsart, ſondern nur Gneiß und Glimmerſchiefer zeigen![44] Der große Mathematiker Fourier, angeregt durch die Topographie des Ausbruchs vom Jorullo, in einer Ebene, wo viele hundert Quadratmeilen umher keine ungewöhnliche Erdwärme zu ſpüren war, hat, auf meine Bitte, ſich noch in dem Jahre vor ſeinem Tode mit theoretiſchen Unterſuchungen über die Frage beſchäftigt: wie bei Berg-Erhebungen und veränderter Oberfläche der Erde die iſothermen Flächen ſich mit der neuen Form des Bodens in Gleichgewicht ſetzen. Die Seitenſtrahlung von Schichten, welche in gleichem Niveau, aber ungleich bedeckt liegen, ſpielt dabei eine wichtigere Rolle als da, wo Schichtung bemerkbar iſt, die Aufrichtung (Inclination) der Abſonderungs-Flächen des Geſteins.

Wie die heißen Quellen in der Umgegend des alten Carthago, wahrſcheinlich die Thermalquellen von Pertuſa (aquae calidae von Hammam el-Enf) den Biſchof Patricius, den Märtyrer, auf die richtige Anſicht über die Urſach der höheren oder niedrigeren Temperatur der aufſprudelnden Waſſer leiteten; habe ich ſchon an einem anderen Orte[45] erwähnt. Als nämlich der Proconſul Julius den angeklagten Biſchof ſpöttiſch durch die Frage verwirren wollte: »quo auctore fervens haec aqua

tantum ebulliat?« entwickelt Patricius ſeine Theorie der Centralwärme: „welche die Feuerausbrüche des Aetna und des Veſuvs veranlaßt, und den Quellen um ſo mehr Wärme mittheilt, als ſie einen tieferen Urſprung haben.“ Platons Pyriphlegethon war dem eruditen Biſchof die Hölle der Sündigen; und, als wollte er dabei auch an eine der kalten Höllen der Buddhiſten erinnern, wird noch, etwas unphyſikaliſch, für das nunquam finiendum supplicium impiorum, trotz der Tiefe, eine aqua gelidissima concrescens in glaciem angenommen.

Unter den heißen Quellen ſind die, welche, der Siedhitze des Waſſers nahe, eine Temperatur bis 90° erreichen, viel ſeltener, als man nach ungenauen Beſtimmungen gewöhnlich annimmt; am wenigſten finden ſie ſich in der Umgebung noch thätiger Vulkane. Mir iſt es geglückt, auf meiner amerikaniſchen Reiſe zwei der wichtigſten dieſer Quellen zu unterſuchen, beide zwiſchen den Wendekreiſen. In Merico unfern der reichen Silberbergwerke von Guanaruato, in 21° nördlicher Breite, auf einer Höhe von mehr als 6000 Fuß über der Meeresfläche, bei Chichimequillo[46], entquellen die Aguas de Comangillas einem Baſalt- und Baſaltbreccien-Gebirge. Ich fand ſie im September 1803 zu 96°,4. Dieſe Baſaltmaſſe hat einen ſäulenförmigen Porphyr gangartig durchbrochen, der ſelbſt wieder auf einem weißen, quarzreichen Syenit ruht. Höher, aber nicht fern von dieſer, faſt ſiedenden Quelle, bei los Joares, nördlich von Santa Roſa de la Sierra, fällt Schnee vom December bis April ſchon in 8160 Fuß Höhe; auch bereiten dort die Eingeborenen das ganze Jahr hindurch Eis durch Ausſtrahlung in künſtlichen Baſſins. Auf dem Wege von Nueva Valencia, in den Valles de Aragua, nach dem Hafen von Portocabello

(ohngefähr in 10° ¼ Breite), am nördlichen Abfall der Küstenkette von Venezuela, ſah ich einem geſchichteten Granit, welcher gar nicht in Gneiß übergeht, die aguas calientes de las Trincheras entquellen. Ich fand[47] die Quelle im Februar 1800 zu 90°,3, während die, dem Gneiß angehörigen Baños de Mariara in den Valles de Aragua 59°,3 zeigten. Drei-und-zwanzig Jahre ſpäter, wieder im Monat Februar, fanden Bouſſingault und Rivero[48] ſehr genau in Mariara 64°,0; in las Trincheras de Portocabello, bei geringer Höhe über dem antilliſchen Meere: in Einem Baſſin 92°,2, in dem anderen 97°,0. Die Wärme jener heißen Quellen war alſo in der kurzen Zwiſchenzeit beider Reiſen ungleich geſtiegen: in Mariara um 4°,7; in las Trincheras um 6°,7. Bouſſingault hat mit Recht darauf aufmerkſam gemacht, daß eben in der bezeichneten Zwiſchenzeit das furchtbare Erdbeben ſtatt fand, welches die Stadt Caracas am 26 März 1812 umſtürzte. Die Erſchütterung an der Oberfläche war zwar weniger ſtark in der Gegend des Sees von Tacarigua (Nueva Valencia); aber kann im Inneren der Erde, wo elaſtiſche Dämpfe auf Spalten wirken, eine ſich ſo weit und gewaltſam fortpflanzende Bewegung nicht leicht das Spaltengewebe ändern und tiefere Zuführungs-Canäle öffnen? Die, aus einer Granit-Formation aufſteigenden, heißen Waſſer de las Trincheras ſind faſt rein, da ſie nur Spuren von Kieſelſäure, etwas Schwefel-Waſſerſtoff-Säure und Stickſtoff enthalten; ſie bilden nach vielen, ſehr maleriſchen Caſcaden, von einer üppigen Vegetation umgeben, einen Fluß: Rio de Aguas calientes, welcher gegen die Küſte hin voll großer Crocodile iſt, denen die, abwärts ſchon bedeutend verminderte Wärme ſehr behagt. Im nördlichſten Indien entſpringt ebenfalls aus Granit (Br. 30° 52′) die ſehr heiße Quelle von Jumnotri,

die 90° (194° Fahr.) erreicht und, da ſie dieſe hohe Temperatur in einer Erhebung von 10180 Fuß offenbart, faſt den Siedepunkt erreicht, welcher dieſem Luftdruck[49] angehört.

Unter den intermittirenden heißen Quellen haben die isländiſchen Kochbrunnen, und unter dieſen beſonders der Große Geyſir und Strokkr, mit Recht die größte Berühmtheit erlangt. Nach den vortrefflichen neueſten Unterſuchungen von Bunſen, Sartorius von Waltershauſen und Descloiſeaux nimmt in den Waſſerſtrahlen beider die Temperatur von unten nach oben auf eine merkwürdige Weiſe ab. Der Geyſir beſitzt einen, von horizontalen Schichten Kieſelſinters gebildeten, abgeſtumpften Kegel von 25 bis 30 Fuß Höhe. In dieſen Kegel verſenkt ſich ein flaches Becken von 52 Fuß Durchmeſſer, in deſſen Mitte das Rohr des Kochbrunnens, mit einem dreimal kleineren Durchmeſſer, von ſenkrechten Wänden umgeben, 70 Fuß in die Tiefe hinabgeht. Die Temperatur des Waſſers, welches ununterbrochen das Becken füllt, iſt 82°. In ſehr regelmäßigen Zwiſchenräumen von 1 Stunde und 20 bis 30 Minuten verkündigt der Donner in der Tiefe den Anfang der Eruption. Die Waſſerſtrahlen von 9 Fuß Dicke, deren etwa drei große einander folgen, erreichen 100, ja bisweilen 140 Fuß Höhe. Die Temperatur des in der Röhre aufſteigenden Waſſers hat man in 68 Fuß Tiefe: kurz vor dem Ausbruch zu 127°, während deſſelben zu 124°,2, gleich nachher zu 122° gefunden; an der Oberfläche des Beckens nur zu 84°—85°. Der Strokkr, welcher ebenfalls am Fuß des Bjarnafell liegt, hat eine geringere Waſſermaſſe als der Geyſir. Der Sinter-Rand ſeines Beckens iſt nur wenige Zoll hoch und breit. Die Eruptionen ſind häufiger als beim Geyſir, kündigen ſich aber nicht durch unter-

irdiſchen Donner an. Im Strokkr iſt beim Ausbruch die Temperatur in 40 Fuß Tiefe 113°—115°, an der Oberfläche faſt 100°. Die Eruptionen der intermittirenden Kochquellen und die kleinen Veränderungen in dem Typus der Erſcheinungen ſind von den Eruptionen des Hekla ganz unabhängig, und keineswegs durch dieſe in den Jahren 1845 und 1846 geſtört worden.[50] Bunſen hat mit dem ihm eigenen Scharfſinn in Beobachtung und Discuſſion die früheren Hypotheſen über die Periodicität der Geyſir-Eruptionen (unterirdiſche Höhlen, welche als Dampfkeſſel ſich bald mit Dämpfen, bald mit Waſſer erfüllen) widerlegt. Die Ausbrüche entſtehen nach ihm dadurch, daß ein Theil einer Waſſerſäule, die an einem tieferen Punkte unter großem Druck angehäufter Dämpfe einen hohen Grad der Temperatur angenommen hat, aufwärts gedrängt wird, und dadurch unter einen Druck gelangt, welcher ſeiner Temperatur nicht entſpricht. So ſind „die Geyſir natürliche Collectoren der Dampfkraft".

Von den heißen Quellen ſind einige wenige der abſoluten Reinheit nahe, andere enthalten zugleich Löſungen von 8 bis 12 feſten oder gasartigen Stoffen. Zu den erſteren gehören die Heilquellen von Lurueil, Pfeffers und Gaſtein: deren Art der Wirkſamkeit wegen ihrer Reinheit[51] ſo räthſelhaft ſcheinen kann. Da alle Quellen hauptſächlich durch Meteorwaſſer geſpeiſt werden, ſo enthalten ſie Stickſtoff: wie Bouſſingault in der, dem Granit entſtrömenden, ſehr reinen[52] Quelle in las Trincheras de Portocabello, und Bunſen[53] in der Cornelius-Quelle zu Aachen und in dem isländiſchen Geyſir erwieſen haben. Auch die in mehreren Quellen aufgelöſte organiſche Materie iſt ſtickſtoffhaltig, ja bisweilen bituminös. So lange man noch nicht durch Gay-Luſſac's und meine Verſuche

wußte, daß Regen- und Schneewaſſer (das erſtere 10, das zweite wenigſtens 8 Procent) mehr Sauerſtoff als die Atmoſphäre enthalten; wurde es ſehr auffallend gefunden, aus den Quellen von Nocera in den Apenninen ein ſauerſtoffreiches Gas-Gemiſch entwickeln zu können. Die Analyſen, welche Gay-Luſſac während unſeres Aufenthalts an dieſer Gebirgsquelle gemacht, haben gezeigt, daß ſie nur ſo viel Sauerſtoff enthält, als ihr die Hydrometeore[54] haben geben können. Wenn die Kieſel-Ablagerungen als Baumaterial in Verwunderung ſetzen, aus denen die Natur die, wie aus Kunſt geſchaffenen Geyſir-Apparate zuſammenſetzt; ſo iſt dabei in Erinnerung zu bringen, daß Kieſelſäure auch in vielen kalten Quellen, welche einen ſehr geringen Antheil von Kohlenſäure enthalten, verbreitet iſt.

Säuerlinge und Ausſtrömungen von kohlenſaurem Gas, die man lange Ablagerungen von Steinkohlen und Ligniten zuſchrieb, ſcheinen vielmehr ganz den Proceſſen tiefer vulkaniſcher Thätigkeit anzugehören: einer Thätigkeit, welche allverbreitet iſt, und ſich daher nicht bloß da äußert, wo vulkaniſche Gebirgsarten das Daſein alter localer Feuerausbrüche bezeugen. Kohlenſäure-Ausſtrömungen überdauern allerdings in erloſchenen Vulkanen die plutoniſchen Cataſtrophen am längſten; ſie folgen dem Stadium der Solfataren-Thätigkeit: während aber auch überreiche, mit Kohlenſäure geſchwängerte Waſſer von der verſchiedenſten Temperatur aus Granit, Gneiß, alten und neuen Flözgebirgen ausbrechen. Säuerlinge ſchwängern ſich mit kohlenſauren Alkalien, beſonders mit kohlenſaurem Natron, überall, wo mit Kohlenſäure geſchwängerte Waſſer auf Gebirgsarten wirken, welche alkaliſche Silicate enthalten.[55] Im nördlichen Deutſchland iſt bei vielen der kohlenſauren Waſſer- und Gasquellen noch die Dislocation der Schichten, und das Ausbrechen

in meiſt geſchloſſenen Ringthälern (Pyrmont, Driburg) beſonders auffallend. Friedrich Hoffmann und Buckland haben ſolche Vertiefungen faſt zugleich ſehr charakteriſtiſch Erhebungs-Thäler (valleys of elevation) genannt.

In den Quellen, die man mit dem Namen der Schwefelwaſſer belegt, tritt der Schwefel keineswegs immer in denſelben Verbindungen auf. In vielen, die kein kohlenſaures Natron enthalten, iſt wahrſcheinlich Schwefel-Waſſerſtoff aufgelöſt; in anderen, z. B. in den Schwefelwaſſern von Aachen (Kaiſer-, Cornelius-, Roſen- und Quirinus-Quelle), iſt in den Gaſen, welche man durch Auskochen, bei Luft-Abſchluß, erhält, nach den genauen Verſuchen von Bunſen und Liebig gar kein Schwefel-Waſſerſtoff enthalten; ja in den aus den Quellen von ſelbſt aufſteigenden Gasblaſen enthält allein die Kaiſerquelle in 100 Maaß 0,31 Schwefel-Waſſerſtoff.[56]

Eine Therme, die einen ganzen Fluß ſchwefel-geſäuerten Waſſers, den Eſſig-Fluß (Rio Vinagre), von den Eingebornen Puſambio genannt, erzeugt, iſt eine merkwürdige Erſcheinung, die ich zuerſt bekannt gemacht habe. Der Rio Vinagre entſpringt ohngefähr in 10000 Fuß Höhe am nordweſtlichen Abfall des Vulkans von Purace, an deſſen Fuß die Stadt Popayan liegt. Er bildet 3 maleriſche Caſcaden[57]: von denen ich die eine, welche an einer ſteilen Trachytwand ſenkrecht wohl 300 Fuß herabſtürzt, abgebildet habe. Von dem Punkte an, wo der kleine Fluß in den Cauca einmündet, nährt dieſer große Strom 2 bis 3 Meilen abwärts bis zu den Einmündungen des Pindamon und Palacé keine Fiſche: ein großes Uebel für die ſtreng faſtenden Einwohner von Popayan! Die Waſſer des Puſambio enthalten nach Bouſſingault's ſpäterer Analyſe eine große Menge Schwefel-Waſſerſtoff und Kohlen-

ſäure, auch etwas ſchwefelſaures Natron. Nahe an der Quelle fand Bouſſingault 72°,8 Wärme. Der obere Theil des Puſambio iſt unterirdiſch. Im Paramo de Ruiz, am Abhange des Vulkans deſſelben Namens, an den Quellen des Rio Guali, in 11400 Fuß Höhe, hat Degenhardt (aus Clausthal am Harze), der der Geognoſie durch einen frühen Tod entriſſen wurde, eine heiße Quelle 1846 entdeckt, in deren Waſſer Bouſſingault dreimal ſo viel Schwefelſäure als im Rio Vinagre fand.

Das Gleichbleiben der Temperatur und der chemiſchen Beſchaffenheit der Quellen, ſo weit man durch ſichere Beobachtungen hinaufreichen kann, iſt noch um vieles merkwürdiger als die Veränderlichkeit[98], die man hier und da ergründet hat. Die heißen Quellwaſſer, welche, auf ihrem langen und verwickelten Laufe, aus den Gebirgsarten, die ſie berühren, ſo vielerlei Beſtandtheile *aufnehmen*, und dieſe oft dahin führen, wo ſie den Erdſchichten mangeln, aus denen ſie aus brechen; haben auch noch eine ganz andere Wirkſamkeit. Sie üben eine umändernde und zugleich eine ſchaffende Thätigkeit aus. In dieſer Hinſicht ſind ſie von großer *geognoſtiſcher* Wichtigkeit. *Senarmont* hat mit bewundernswürdigem Scharfſinn gezeigt, wie höchſt wahrſcheinlich viele *Gangſpalten* (alte Wege der Thermalwaſſer) durch Ablagerung der aufgelöſten Elemente von unten aus nach oben ausgefüllt worden ſind. Durch Druck- und Temperatur-Veränderungen, innere electrochemiſche Proceſſe und ſpecifiſche Anziehung der Seitenwände (des Queergeſteins) ſind in Spalten und Blaſenräumen bald lamellare Abſonderungen, bald Concretions-Bildungen entſtanden. Gangdruſen und poröſe Mandelſteine ſcheinen ſich ſo theilweiſe gebildet zu haben. Wo die Ablagerung der Gangmaſſe in parallelen Zonen vorgegangen iſt, entſprechen ſich dieſe Zonen

ihrer Beſchaffenheit nach meiſt ſymmetriſch, von beiden Saalbändern im Hangenden und Liegenden an gerechnet. Senarmont's chemiſcher Erfindungsgabe iſt es gelungen eine beträchtliche Zahl von Mineralien auf ganz analogen, ſynthetiſchen Wegen künſtlich darzuſtellen.[59]

Ein mir nahe befreundeter, wiſſenſchaftlich begabter Beobachter wird, wie ich hoffe, in kurzem eine neue, wichtige Arbeit über die Temperatur-Verhältniſſe der Quellen erſcheinen laſſen; und in derſelben, durch Induction aus einer langen Reihe neuer Beobachtungen, das verwickelte Phänomen der Störungen in großer Allgemeinheit mit Scharfſinn behandeln. Eduard Hallmann unterſcheidet in den Temperatur-Meſſungen, welche er während der Jahre 1845 bis 1853 in Deutſchland (am Rhein) und in Italien (in der Umgegend von Rom, im Albaner-Gebirge und in den Apenninen) angeſtellt hat: 1) rein meteorologiſche Quellen: deren mittlere Wärme nicht durch die innere Erdwärme erhöht iſt; 2) meteorologiſch-geologiſche: die, unabhängig von der Regen-Vertheilung und wärmer als die Luft, nur ſolche Temperatur-Veränderungen erleiden, welche ihnen der Boden mittheilt, durch den ſie ausfließen; 3) abnorm kalte Quellen: welche ihre Kälte aus großen Höhen herabbringen.[60] Je mehr man in neuerer Zeit durch glückliche Anwendung der Chemie in die geognoſtiſche Einſicht von Bildung und metamorphiſcher Umwandelung der Gebirgsarten eingedrungen iſt; eine deſto größere Wichtigkeit hat die Betrachtung der mit Gas- und Salzarten geſchwängerten Quellwaſſer erlangt, die im Inneren der Erde circuliren und, wo ſie an der Oberfläche als Thermen ausbrechen, ſchon den größten Theil ihrer ſchaffenden, verändernden oder zerſtörenden Thätigkeit vollbracht haben.

c. Dampf- und Gasquellen, Salſen, Schlamm-Vulkane, Naphtha-Feuer.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos Bd. I. S. 232—234, S. 448 Anm. 80 und S. 452 Anm. 95.)

Ich habe in dem allgemeinen Naturgemälde durch, nicht genug beachtete, aber wohl ergründete Beiſpiele gezeigt, wie die Salſen in den verſchiedenen Stadien, die ſie durchlaufen: von den erſten, mit Flammen begleiteten Eruptionen bis zu den ſpäteren Zuſtänden friedlicher Schlamm-Auswürfe, gleichſam ein Mittelglied bilden zwiſchen den heißen Quellen und den eigentlichen Vulkanen: welche geſchmolzene Erden, als unzuſammenhangende Schlacken, oder als neugebildete, oft mehrfach über einander gelagerte Gebirgsarten, ausſtoßen. Wie alle Uebergänge und Zwiſchenglieder in der unorganiſchen und organiſchen Natur, verdienen die Salſen und Schlamm-Vulkane eine ernſtere Betrachtung, als die älteren Geognoſten, aus Mangel einer ſpeciellen Kenntniß der Thatſachen, auf ſie gerichtet haben.

Die Salſen und Naphtha-Brunnen ſtehen theils vereinzelt in engen Gruppen: wie die Macalubi in Sicilien bei Girgenti, deren ſchon Solinus erwähnt, oder die bei Pietra mala, Varigazzo und am Monte Zibio unſern Saſſuolo im nördlichen Italien, oder die bei Turbaco in Südamerika; theils erſcheinen ſie, und dies ſind die lehrreicheren und wichtigeren, wie in ſchmalen Zügen an einander gereiht. Längſt kannte[61] man als äußerſte Glieder des Caucaſus, in Nordweſt die Schlamm-Vulkane von Taman, in Südoſt der großen Bergkette die Naphtha-Quellen und Naphtha-Feuer von Baku und der caſpiſchen Halbinſel Apſcheron. Die Größe und den

Zuſammenhang dieſes Phänomens hat aber erſt der tiefe Kenner dieſes Theils von Vorder-Aſien, Abich, erforſcht. Nach ihm ſind die Schlamm-Vulkane und Naphtha-Feuer des Caucaſus auf eine beſtimmt zu erkennende Weiſe an gewiſſe Linien geknüpft, welche mit den Erhebungs-Aren und Dislocations-Richtungen der Geſteinſchichten in unverkennbarem Verkehr ſtehen. Den größten Raum, von faſt 240 Quadratmeilen, füllen die, in genetiſchem Zuſammenhang ſtehenden Schlamm-Vulkane, Naphtha-Emanationen und Salzbrunnen im ſüdöſtlichen Theile des Caucaſus aus: in einem gleichſchenkligen Dreieck, deſſen Baſis das Littoral des caſpiſchen Meeres bei Balachani (nördlich von Baku), und eine der Mündungen des Kur (Araxes) nahe bei den heißen Quellen von Sallian iſt. Die Spitze eines ſolchen Dreiecks liegt bei dem Schagdagh im Hochthal von Kinalughi. Dort brechen an der Grenze einer Dolomit- und Schiefer-Formation in 7834 Fuß Höhe über dem caſpiſchen Meere, unfern des Dorfes Kinalughi ſelbſt, die ewigen Feuer des Schagdagh aus, welche niemals durch meteorologiſche Ereigniſſe erſtickt worden ſind. Die mittlere Axe dieſes Dreiecks entſpricht derjenigen Richtung, welche die in Schamacha an dem Ufer des Pyrſagat ſo oft erlittenen Erdbeben conſtant zu befolgen ſcheinen. Wenn man die eben bezeichnete nordweſtliche Richtung weiter verfolgt, ſo trifft ſie die heißen Schwefelquellen von Akti, und wird dann die Streichungslinie des Hauptkammes des Caucaſus, wo er zum Kasbegk aufſteigt und das weſtliche Daghеſtan begrenzt. Die Salſen der niederen Gegend, oft regelmäßig an einander gereiht, werden allmälig häufiger gegen das caſpiſche Littoral hin zwiſchen Sallian, der Mündung des Pyrſagat (nahe bei der Inſel Swinoi) und der Halbinſel Apſcheron. Sie zeigen

Spuren früherer wiederholter Schlamm-Eruptionen, und tragen auf ihrem Gipfel kleine, den hornitos von Jorullo in Merico der Geſtalt nach völlig ähnliche Kegel, aus denen entzündliches und oft auch von ſelbſt entzündetes Gas ausſtrömt. Beträchtliche Flammenausbrüche ſind beſonders häufig geweſen zwiſchen 1844 und 1849 am Oudplidagh, Nahalath und Turandagh. Dicht bei der Mündung des Pyrſagat am Schlamm-Vulkan Toprachali findet man (als Beweiſe einer ausnahmsweiſe ſehr zugenommenen Intenſität der unterirdiſchen Wärme) „ſchwarze Mergelſtücke, die man mit dichtem Baſalte und überaus feinkörnigem Dolerit-Geſteine auf den erſten Anblick verwechſeln könnte.“ An anderen Punkten auf der Halbinſel Apſcheron hat Lenz ſchlackenartige Stücke als Auswürflinge gefunden; und bei dem großen Flammenausbruch von Baklichli (7 Febr. 1839) wurden durch die Winde kleine hohle Kugeln, gleich der ſogenannten Aſche der eigentlichen Vulkane, weit fortgeführt.[62]

In dem nordweſtlichſten Ende gegen den cimmeriſchen Bosporus hin liegen die Schlamm-Vulkane der Halbinſel Taman, welche mit denen von Aklaniſowka und Jenikale bei Kertſch Eine Gruppe bilden. Eine der Salſen von Taman hat am 27 Februar 1793 einen Schlamm- und Gas-Ausbruch gehabt, in dem nach vielem unterirdiſchen Getöſe eine in ſchwarzen Rauch (dichten Waſſerdampf?) halb gehüllte Feuerſäule von mehreren hundert Fußen Höhe aufſtieg. Merkwürdig und für die Natur der Volcancitos de Turbaco lehrreich iſt die Erſcheinung, daß das von Friedrich Parrot und Engelhardt 1811 geprüfte Gas von Taman nicht entzündlich war: während das an demſelben Orte 23 Jahre ſpäter von Göbel aufgefangene Gas aus der Mündung einer Glas-

röhre mit einer bläulichen Flamme wie alle Ausſtrömungen der Salſen im ſüdöſtlichen Caucaſus brannte, aber auch, genau analyſirt, in 100 Theilen 92,8 Kohlen-Waſſerſtoff und 5 Theile Kohlen-Orydgas enthielt.[63]

Eine ſtoffartig verſchiedene, aber ihrer Entſtehung nach gewiß verwandte Erſcheinung ſind in der toſcaniſchen Maremma die heißen, borſauren Dampf-Eruptionen, bekannt unter den Namen der lagoni, fummarole, ſoffioni, auch volcani: bei Poſſara, Caſtel novo und Monte Cerboli. Die Dämpfe haben im Mittel eine Temperatur von 96° bis 100°, nach Pella an einigen Punkten bis 175°. Sie ſteigen theils unmittelbar aus Geſteinſpalten, theils aus Pfützen auf, in denen ſie aus flüſſigem Thon kleine Kegel aufwerfen. Man ſieht ſie in weißlichen Wirbeln ſich in der Luft vertheilen. Die Borſäure, welche die Waſſerdämpfe aus dem Schooß der Erde heraufbringen, kann man nicht erhalten, wenn man in ſehr weiten und langen Röhren die Dämpfe der Soffioni verdichtet; es zerſtreut ſich dieſelbe wegen ihrer Flüchtigkeit in der Atmoſphäre. Die Säure wird nur gewonnen in den ſchönen techniſchen Anſtalten des Grafen Larderel, wenn die Mündungen der Soffioni unmittelbar von der Flüſſigkeit der Baſſins bedeckt werden.[64] Nach Payen's vortrefflicher Analyſe enthalten die gasförmigen Ausſtrömungen 0,57 Kohlenſäure, 0,35 Stickſtoff, nur 0,07 Sauerſtoff und 0,001 Schwefelſäure. Wo die borſauren Dämpfe die Spalten des Geſteins durchdringen, ſetzen ſie Schwefel ab. Nach Sir Roderick Murchiſon's Unterſuchungen iſt das Geſtein theils kreideartig, theils eine nummulit-haltige Eocen-Formation: ein macigno, welchen der in der Umgegend (bei Monte Rotondo) ſichtbare und gehobene Serpentin[65] durchbricht. Sollten, fragt Biſchof, hier

und im Krater von Vulcano nicht in großer Tiefe heiße Waſſerdämpfe auf borſaure Mineralien, auf datolith-, arinit- oder turmalin-reiche Gebirgsarten[66] zerſetzend wirken?

Das Soffionen-Syſtem von Island übertrifft an Viel- und Großartigkeit der Erſcheinungen alles, was wir auf dem Continente kennen. Wirkliche Schlammquellen brechen in dem Fumarolen-Felde von Kriſuvek und Reykjalidh aus einem blaugrauen Thone, aus kleinen Becken mit kraterförmigen Rändern hervor.[67] Die Quellenſpalten laſſen ſich auch hier nach beſtimmten Richtungen verfolgen.[68] Ueber keinen Theil der Erde, wo heiße Quellen, Salſen und Gas-Eruption ſich finden, beſitzen wir jetzt ſo vortreffliche und ausführliche chemiſche Unterſuchungen als über Island durch den Scharfſinn und die ausdauernden Bemühungen von Bunſen. Nirgends wohl iſt in einer großen Länderſtrecke, und der Oberfläche wahrſcheinlich ſehr nahe, ein ſolches verſchiedenartiges Spiel chemiſcher Zerſetzungen, Umwandlungen und neuer Bildungen zu belauſchen.

Von Island auf den nahen amerikaniſchen Continent übergehend, finden wir im Staate Neu-York in der Umgegend von Fredonia, unfern des Erie-Sees, in einem Becken von devoniſchen Sandſtein-Schichten, eine Unzahl von Brenngas-Quellen (Quellen von gekohltem Waſſerſtoffgas), auf Erdſpalten ausbrechend und zum Theil zur Erleuchtung benutzt; andere Brenngas-Quellen, bei Ruſhville, nehmen die Form von Schlammkegeln an; noch andere: im Ohio-Thale, in Virginien und am Kentucky River, enthalten zugleich Kochſalz und hangen dann mit ſchwachen Naphtha-Quellen zuſammen. Jenſeits des antilliſchen Meerbuſens aber, an der Nordküſte von Südamerika, 2½ Meile in Süd-Süd-Oſt von dem Hafen

Cartagena de Indias, bietet bei dem anmuthigen Dorfe Turbaco eine merkwürdige Gruppe von Salſen oder Schlamm-Vulkanen Erſcheinungen dar, die ich zuerſt habe beſchreiben können. In der Umgegend von Turbaco, wo man eine herrliche Anſicht der coloſſalen Schneeberge (Sierras Nevadas) von Santa Marta genießt, erheben ſich an einem öden Platze mitten im Urwalde die Volcancitos, 18 bis 20 an der Zahl. Die größten der Kegel, von ſchwarzgrauem Letten, haben 18 bis 22 Fuß Höhe, und wohl 80 Fuß Durchmeſſer an der Baſis. Auf der Spitze jedes Kegels iſt eine zirkelrunde Oeffnung von 20 bis 28 Zoll Durchmeſſer, von einer kleinen Schlamm-Mauer umgeben. Das Gas ſteigt empor mit großer Heftigkeit, wie bei Taman; in Blaſen, deren jede, nach meiner Meſſung in graduirten Gefäßen, 10—12 Cubikzoll enthält. Der obere Theil des Trichters iſt mit Waſſer gefüllt, das auf einer dichten Schlammdecke ruht. Benachbarte Kegel haben nicht gleichzeitige Auswürfe, aber in jedem einzelnen war eine gewiſſe Regelmäßigkeit in den Epochen der Auswürfe zu bemerken. Wir zählten, Bonpland und ich, an den äußerſten Theilen der Gruppe ſtehend, ziemlich regelmäßig 5 Ausbrüche in je 2 Minuten. Wenn man ſich über die kleine Krater-Oeffnung hinbeugt, ſo vernimmt man meiſt 20 Secunden vor jedem Ausbruch ein dumpfes Getöſe im Inneren der Erde, tief unter der Grundfläche des Kegels. In dem aufgeſtiegenen, zweimal mit vieler Vorſicht geſammelten Gas verloſch augenblicklich eine brennende, ſehr dünne Wachskerze, eben ſo ein glimmender Holzſpan von Bombax Ceiba. Das Gas war nicht zu entzünden. Kalkwaſſer wurde durch daſſelbe nicht getrübt, es fand keine Abſorption ſtatt. Durch nitröſes Gas auf Sauerſtoff geprüft, zeigte dieſes Gas

in Einem Verſuch keine Spur des letzteren; in einem andern Verſuche, wo das Gas der Volcancitos viele Stunden in eine kleine Glasglocke mit Waſſer geſperrt worden war, zeigte es etwas über ein Hunderttheil Sauerſtoff, das ſich wahrſcheinlich, aus dem Waſſer entwickelt, zufällig beigemiſcht hatte.

Nach dieſen Ergebniſſen der Analyſe erklärte ich damals, und wohl nicht ganz mit Unrecht, das Gas der Volcancitos von Turbaco für Stickſtoffgas, das mit einer kleinen Menge von Waſſerſtoffgas gemiſcht ſein könnte. Ich drückte zugleich in meinem Tagebuche das Bedauern aus, daß man bei dem damaligen Zuſtande der Chemie (im April 1801) kein Mittel kenne, in einem Gemenge von Stickſtoff- und Waſſerſtoffgas das Verhältniß der Miſchung numeriſch zu beſtimmen. Dieſes Mittel, bei deſſen Anwendung drei Tauſendtheile Waſſerſtoffs in einem Luftgemiſch erkannt werden können, wurde von Gay-Luſſac und mir erſt 4 Jahre ſpäter aufgefunden.[69] In dem halben Jahrhundert, das ſeit meinem Aufenthalte in Turbaco und meiner aſtronomiſchen Aufnahme des Magdalenenſtromes verfloſſen iſt, hat kein Reiſender ſich wiſſenſchaftlich mit den eben beſchriebenen kleinen Schlamm-Vulkanen beſchäftigt, bis am Ende des Decembers 1850 mein, der neueren Geognoſie und Chemie kundiger Freund, Joaquin Acoſta[70], die merkwürdige Beobachtung machte: daß gegenwärtig (wovon zu meiner Zeit keine Spur vorhanden war) „die Kegel einen bituminöſen Geruch verbreiten; daß etwas Erdöl auf der Waſſerfläche der kleinen Oeffnungen ſchwimmt, und daß man auf jedem der Schlammhügel von Turbaco das ausſtrömende Gas *entzünden* kann.“ Deutet dies, fragt Acoſta, auf eine durch innere Proceſſe hervorgebrachte Veränderung des Phänomens, oder ganz einfach auf einen Irrthum in den früheren Verſuchen?

Ich würde dieſen frei eingeſtehn, wenn ich nicht das Blatt des Tagebuchs aufbewahrt hätte, auf welchem die Verſuche an demſelben Morgen, an dem ſie angeſtellt wurden, umſtändlich [71] aufgezeichnet worden ſind. Ich finde nichts darin, was mich heute zweifelhaft machen könnte; und die ſchon oben berührte Erfahrung, daß (nach Parrot's Berichte) „das Gas der Schlamm-Vulkane der Halbinſel Taman 1811 die Eigenſchaft hatte das Brennen zu verhindern, indem ein glimmender Span in dem Gas erloſch, ja die aufſteigenden, einen Fuß dicken Blaſen im Platzen nicht entzündet werden konnten": während 1834 Göbel an demſelben Orte das, leicht anzuzündende Gas mit heller bläulicher Flamme brennen ſah; läßt mich glauben, daß in verſchiedenen Stadien die Ausſtrömungen chemiſche Veränderungen erleiden. Mitſcherlich hat ganz neuerlich auf meine Bitte die Grenze der Entzündbarkeit künſtlich bereiteter Miſchungen von Stick- und Waſſerſtoffgas beſtimmt. Es ergab ſich, daß Gemenge von 1 Theil Waſſerſtoffgas und 3 Theilen Stickſtoffgas ſich nicht bloß durch ein Licht entzündeten, ſondern auch fortfuhren zu brennen. Vermehrte man das Stickſtoffgas, ſo daß das Gemenge aus 1 Theil Waſſerſtoffgas und 3½ Theilen Stickſtoffgas beſtand: ſo erfolgte zwar noch Entzündung, aber das Gemenge fuhr nicht fort zu brennen. Nur bei einem Gemenge von 1 Theil Waſſerſtoffgas und 4 Theilen Stickſtoffgas fand gar keine Entzündung mehr ſtatt. Die Gas-Ausſtrömungen, welche man ihrer leichten Entzündbarkeit und ihrer Lichtfarbe wegen Ausſtrömungen von reinem und gekohltem Waſſerſtoff zu nennen pflegt, brauchen alſo quantitativ nur dem dritten Theile nach aus einer der zuletzt genannten Gas-Arten zu beſtehn. Bei den ſeltener vorkommenden Gemengen

von Kohlenſäure und Waſſerſtoff würde, wegen der Wärme-Capacität der erſteren, die Grenze der Entzündbarkeit noch anders ausfallen. Acoſta wirft mit Recht die Frage auf: „ob eine unter den Eingeborenen von Turbaco, Abkömmlingen der Indios de Taruaco, fortgepflanzte Tradition, nach der die Volcancitos einſt alle brannten, und durch Beſprechung und Beſprengen mit Weihwaſſer von einem frommen Mönche[72] aus Volcanes de fuego in Volcanes de agua umgewandelt wären; ſich nicht auf einen Zuſtand beziehe, der jetzt wiedergekehrt iſt.“ Einmalige große Flammen-Eruptionen von, vor- und nachher ſehr friedlichen Schlamm-Vulkanen (Taman 1793; am caſpiſchen Meere bei Jokmali 1827 und bei Baklichli 1839; bei Kuſchtſchy 1846, ebenfalls im Caucaſus) bieten analoge Beiſpiele dar.

Das, ſo kleinlich ſcheinende Phänomen der Salſen von Turbaco hat an geologiſchem Intereſſe gewonnen durch den mächtigen Flammenausbruch und die Erdumwälzung, welche 1839, über 8 geographiſche Meilen in NNO von Cartagena de Indias, ſich zwiſchen dieſem Hafen und dem von Sabanilla, unfern der Mündung des großen Magdalenenſtromes, zugetragen haben. Der eigentliche Centralpunkt des Phänomens war das 1½ bis 2 Meilen lang in das Meer als ſchmale Halbinſel hervortretende Cap Galera Zamba. Auch die Kenntniß dieſes Ereigniſſes verdankt man dem Artillerie-Oberſt Acoſta: der leider durch einen frühen Tod den Wiſſenſchaften entriſſen wurde. In der Mitte der Landzunge ſtand ein coniſcher Hügel, aus deſſen Krater-Oeffnung bisweilen Rauch (Dämpfe) und Gas-Arten mit ſolcher Heftigkeit ausſtrömten, daß Bretter und große Holzſtücke, die man hineinwarf, weit weggeſchleudert wurden. Im Jahr 1839

verſchwand der Kegel bei einem beträchtlichen Feuerausbruch, und die ganze Halbinſel Galera Zamba ward zur Inſel, durch einen Canal von 30 Fuß Tiefe vom Continent getrennt. In dieſem friedlichen Zuſtande blieb die Meeresfläche: bis, an der Stelle des früheren Durchbruchs, am 7 October 1848, ohne alle in der Umgegend fühlbare Erderſchütterung, ein zweiter furchtbarer Flammenausbruch[73] erſchien, der mehrere Tage dauerte und in 10 bis 12 Meilen Entfernung ſichtbar war. Nur Gas-Arten, nicht materielle Theile, warf die Salſe aus. Als die Flammen verſchwunden waren, fand man den Meeresboden zu einer kleinen Sandinſel gehoben, die aber nach kurzer Zeit wiederum verſchwand. Mehr als 50 Volcancitos (Kegel, denen von Turbaco ähnlich) umgeben jetzt bis in eine Entfernung von 4 bis 5 Meilen den unterſeeiſchen Gas-Vulkan der Galera Zamba. Man darf ihn in geologiſcher Hinſicht wohl als den Hauptſitz der vulkaniſchen Thätigkeit betrachten, welche ſich in der ganzen Niederung von Turbaco bis über das Delta des Rio grande de la Magdalena hin mit der Atmoſphäre in Contact zu ſetzen ſtrebt.

Die Gleichheit der Erſcheinungen, welche, in den verſchiedenen Stadien ihrer Wirkſamkeit, die Salſen, Schlamm-Vulkane und Gas-Quellen auf der italiäniſchen Halbinſel, im Caucaſus und in Südamerika darbieten; offenbart ſich in ungeheuren Länderſtrecken im chineſiſchen Reiche. Die Kunſt des Menſchen hat ſeit den älteſten Zeiten dort dieſen Schatz zu benutzen gewußt, ja zu der ſinnreichen, den Europäern ſpät erſt bekannt gewordenen Erfindung des chineſiſchen Seilbohrens geleitet. Mehrere tauſend Fuß tiefe Bohrlöcher werden durch die einfachſte Anwendung der Menſchenkraft

oder vielmehr des Gewichts des Menſchen niedergebracht. Ich habe an einem anderen Orte[74] von dieſer Erfindung umſtändlich gehandelt; wie von den Feuerbrunnen, Ho-tsing, und feurigen Bergen, Ho-schan, des öſtlichen Aſiens. Man bohrt zugleich auf Waſſer, auf Salzſole und Brenngas: von den ſüdweſtlichen Provinzen Yun-nan, Kuang-ſi und Szu-tſchuan an der Grenze von Tibet an bis zur nördlichen Provinz Schan-ſi. Das Brenngas verbreitet bei röthlicher Flamme oft einen bituminöſen Geruch; es wird theils in tragbaren, theils in liegenden Bambusröhren in entfernte Orte: zum Salzſieden, zur Erwärmung der Häuſer oder zur Straßenerleuchtung, geleitet. In ſeltenen Fällen iſt der Zufluß von gekohltem Waſſerſtoffgas plötzlich erſchöpft oder durch Erdbeben gehemmt worden. So weiß man, daß ein berühmter Ho-tſing ſüdweſtlich von der Stadt Khiung-tſcheu (Br. 50° 27′, Länge 101° 6′ Oſt), welcher ein mit Geräuſch brennender Salzbrunnen war, im 13ten Jahrhundert erloſchen iſt, nachdem er ſeit dem 2ten Jahrhundert unſrer Zeitrechnung die Umgegend erleuchtet hatte. In der, an Steinkohlen ſehr reichen Provinz Schan-ſi finden ſich einige entzündete Steinkohlen-Flöze. Die feurigen Berge (Ho-schan) ſind über einen großen Theil von China verbreitet. Die Flammen ſteigen oft: z. B. in der Felsmaſſe des Py-kia-ſchan, am Fuß eines mit ewigem Schnee bedeckten Gebirges (Br. 31° 40′); in großen Höhen aus langen, offenen, unzugänglichen Spalten auf: ein Phänomen, welches an die ewigen Feuer des Schagdagh-Gebirges im Caucaſus erinnert.

Auf der Inſel Java giebt es in der Provinz Samarang, etwa drei Meilen von der nördlichen Küſte entfernt, Salſen, welche denen von Turbaco und Galera Zamba ähnlich ſind.

Sehr veränderliche Hügel von 25 bis 30 Fuß Höhe werfen Schlamm, Salzwasser, und ein seltenes Gemisch von Wasserstoffgas und Kohlensäure aus[75]: eine Erscheinung, die nicht mit den großen und verheerenden Schlammströmen zu verwechseln ist, welche bei den seltenen Eruptionen der colossalen wirklichen Vulkane Java's (Gunung Kelut und Gunung Idjen) sich ergießen. Sehr berühmt sind noch auf Java, besonders durch Uebertreibungen in der Darstellung einiger Reisenden, wie durch die, schon von Sykes und Loudon gerügte Anknüpfung an die Mythe vom Giftbaum Upas, einige Stickgrotten oder Quellen von kohlensaurem Gas. Die merkwürdigste der 6 von Junghuhn wissenschaftlich beschriebenen ist das sogenannte Todtenthal der Insel (Pakaraman), im Gebirge Diëng, nahe bei Batur. Es ist ein trichterförmiger Einsturz an einem Berggehänge, eine Vertiefung, in welcher die Schicht der ausströmenden Kohlensäure zu verschiedenen Jahreszeiten eine sehr verschiedene Höhe erreicht. Man findet darin oft Skelette von wilden Schweinen, Tigern und Vögeln.[76] Der Giftbaum, pohon (besser pûhn) ûpas der Malayen (Antaris toxicaria des Reisenden Leschenault de la Tour), ist mit seinen unschädlichen Ausdünstungen jenen tödtlichen Wirkungen ganz fremd.[77]

Ich schließe diesen Abschnitt von den Salsen, Dampf- und Gas-Quellen mit der Beschreibung eines Ausbruchs von heißen Schwefeldämpfen, die wegen der Gebirgsart, aus welcher sie sich entwickeln, das Interesse der Geognosten auf sich ziehen können. Bei dem genußreichen, aber etwas anstrengenden Uebergange über die Central-Cordillere von Quindiu (ich brauchte 14 bis 15 Tage, zu Fuß, und ununterbrochen in freier Luft schlafend, um über den Gebirgs-

kamm von 10788 Fuß aus dem Thale des Rio Magdalena in das Cauca-Thal zu gelangen) beſuchte ich in der Höhe von 6390 Fuß den Azufral weſtlich von der Station el Moral. In einem etwas dunkel gefärbten Glimmerſchiefer, der, auf einen granathaltenden Gneiß aufgeſetzt, ſammt dieſem die hohe Granitkuppe von la Ceja und la Garita del Paramo umlagert, ſah ich in dem engen Thale (Quebrada del Azufral) warme Schwefeldämpfe aus den Geſteinklüften ausſtrömen. Da ſie mit Schwefel-Waſſerſtoffgas und vieler Kohlenſäure gemiſcht ſind, ſo fühlt man einen betäubenden Schwindel, wenn man ſich niederbeugt, um die Temperatur zu meſſen, und länger in ihrer Nähe verweilt. Die Temperatur der Schwefeldämpfe war 47°,6; die der Luft 20°,6; die des Schwefel-Bächleins, das vielleicht im oberen Laufe durch die Schneewaſſer des Vulkans von Tolima erkaltet iſt, 29°,2. Der Glimmerſchiefer, welcher etwas Schwefelkies enthält, iſt von vielen Schwefeltrümmern durchſetzt. Der zum Verkauf zubereitete Schwefel wird großentheils aus einem mit natürlichem Schwefel und verwittertem Glimmerſchiefer gemengten, ochergelben Letten gewonnen. Die Arbeiter (Meſtizen) leiden dabei an Augenübeln und an Muskellähmung. Als 30 Jahre nach mir (1831) Bouſſingault den Azufral de Quindiu beſuchte, hatte die Temperatur der Dämpfe, die er chemiſch analyſirte [78], ſo abgenommen, daß ſie unter die der freien Luft (22°), nämlich auf 19°—20°, fiel. Derſelbe vortreffliche Beobachter ſah in der Quebrada de aguas calientes das Trachyt-Geſtein des nahen Vulkans von Tolima den Glimmerſchiefer durchbrechen: wie ich ſehr deutlich, eben ſo eruptiv, den ſchwarzen Trachyt des Vulkans Tunguragua bei der Seilbrücke von Penipe einen granathaltenden grünlichen Glimmerſchiefer

habe bedecken ſehen. Da man bisher in Europa Schwefel nicht in den ehemals ſogenannten primitiven Gebirgsarten, ſondern nur im Tertiär-Kalk, in Gyps, in Conglomeraten und ächt vulkaniſchem Geſtein gefunden hat; ſo iſt das Vorkommen im Azufral de Quindiu (nördl. Br. $4^0\frac{1}{2}$) um ſo merkwürdiger, als es ſich ſüdlich vom Aequator zwiſchen Quito und Cuenca, am nördlichen Abfall des Paramo del Assuay, wiederholt. In dem Azufral des Cerro Cuello (ſüdl. Breite 2^0 13′) habe ich, wiederum im Glimmerſchiefer, in 7488 Fuß Höhe ein mächtiges Quarzlager[79] angetroffen, in welchem der Schwefel neſterweiſe reichlich eingeſprengt iſt. Zur Zeit meiner Reiſe waren die Schwefelſtücke nur von 6—8 Zoll Größe; früher fand man ſie bis 3—4 Fuß Durchmeſſer. Selbſt eine Naphtha-Quelle entſpringt ſichtbar aus Glimmerſchiefer in dem Meeresboden im Golf von Cariaco bei Cumana. Die Naphtha färbt dort einen Theil der Oberfläche des Meeres auf mehr als tauſend Fuß Länge gelb, und ihren Geruch fand ich verbreitet bis in das Innere der Halbinſel Araya.[80]

Wenn wir nun einen letzten Blick auf die Art vulkaniſcher Thätigkeit werfen, welche ſich durch Hervordringen von Dämpfen und Gas-Arten, bald mit, bald ohne Feuer-Erſcheinungen, offenbart; ſo finden wir darin bald große Verwandtſchaft, bald auffallende Verſchiedenheit der aus den Erdſpalten ausbrechenden Stoffe: je nachdem die hohe Temperatur des Inneren, das Spiel der Affinitäten modificirend, auf gleichartige oder ſehr zuſammengeſetzte Materien gewirkt hat. Die Stoffe, welche bei dieſem geringeren Grade vulkaniſcher Thätigkeit an die Oberfläche getrieben werden, ſind: Waſſerdampf in großem Maaße, Chlor-Natrium, Schwefel, gekohlter und geſchwefelter Waſſerſtoff,

Kohlenſäure und Stickſtoff; Naphtha (farblos, gelblich oder als braunes Erdöl); Borſäure und Thonerde der Schlamm-Vulkane. Die große Verſchiedenheit dieſer Stoffe, von denen jedoch einige (Kochſalz, Schwefel-Waſſerſtoffgas und Erdöl) ſich faſt immer begleiten, bezeugt das Unpaſſende der Benennung Salſen: welche aus Italien ſtammt, wo Spallanzani das große Verdienſt gehabt hat zuerſt die Aufmerkſamkeit der Geognoſten auf das, lange für ſo unwichtig gehaltene Phänomen im Modeneſiſchen zu leiten. Der Name Dampf- und Gas-Quellen drückt mehr das Gemeinſame aus. Wenn viele derſelben als Fumarolen zweifelsohne in Beziehung zu erloſchenen Vulkanen ſtehen, ja beſonders als Quellen von kohlenſaurem Gas ein letztes Stadium ſolcher Vulkane charakteriſiren; ſo ſcheinen dagegen andere, die Naphtha-Quellen, ganz unabhängig von den wirklichen, geſchmolzene Erden ausſtoßenden Feuerbergen zu ſein. Sie folgen dann, wie ſchon Abich am Caucaſus gezeigt hat, in weiten Strecken beſtimmten Richtungen, ausbrechend auf Gebirgsſpalten: ſowohl in der Ebene, ſelbſt im tiefen Becken des caſpiſchen Meeres, als in Gebirgshöhen von faſt 8000 Fuß. Gleich den eigentlichen Vulkanen, vermehren ſie bisweilen plötzlich ihre ſcheinbar ſchlummernde Thätigkeit durch Ausbruch von Feuerſäulen, die weit umher Schrecken verbreiten. In beiden Continenten, in weit von einander entfernten Weltgegenden, zeigen ſie dieſelben auf einander folgenden Zuſtände; aber keine Erfahrung hat uns bisher berechtigt zu glauben, daß ſie Vorboten der Entſtehung wirklicher, Lava und Schlacken auswerfender Vulkane ſind. Ihre Thätigkeit iſt anderer Art: vielleicht in minderer Tiefe wurzelnd und durch andere chemiſche Proceſſe bedingt.

d. Vulkane, nach der Verschiedenheit ihrer Gestaltung und Thätigkeit. — Wirkung durch Spalten und Maare. — Umwallungen der Erhebungs-Krater. — Vulkanische Kegel- und Glockenberge, mit geöffnetem oder ungeöffnetem Gipfel. — Verschiedenheit der Gebirgsarten, durch welche die Vulkane wirken.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos Bd. I. S. 235—258.)

Unter den mannigfaltigen Arten der Kraftäußerung in der Reaction des Inneren unseres Planeten gegen seine obersten Schichten ist die mächtigste die, welche die eigentlichen Vulkane darbieten: d. i. solche Oeffnungen, durch die neben den Gas-Arten auch feste, stoffartig verschiedene Massen in feuerflüssigem Zustande, als Lavaströme, oder als Schlacken, oder als Producte der feinsten Zerreibung (Asche), aus ungemessener Tiefe an die Oberfläche gedrängt werden. Hält man nach einem alten Sprachgebrauche die Wörter Vulkan und Feuerberg für synonym, so knüpft man dadurch, nach einer vorgefaßten, sehr allgemein verbreiteten Meinung, den Begriff von vulkanischen Erscheinungen an das Bild von einem isolirt stehenden Kegelberge mit kreisrunder oder ovaler Oeffnung auf dem Gipfel. Solche Ansichten verlieren aber von ihrer Allgemeinheit, wenn sich dem Beobachter Gelegenheit darbietet zusammenhangende vulkanische Gebiete von mehreren tausend geographischen Quadratmeilen Flächeninhalts: z. B. den ganzen mittleren Theil des mexicanischen Hochlandes zwischen dem Pic von Orizaba, dem Jorullo und den Küsten der Südsee; oder Central-Amerika; oder die Cordilleren von Neu-Granada und Quito zwischen dem Vulkan von Puracé bei Popayan, dem von Pasto und dem Chimborazo; oder das Isthmus-Gebirge des

Caucaſus zwiſchen dem Kasbegk, Elburuz und Ararat: zu durchwandern. In dem unteren Italien, zwiſchen den phlegräiſchen Feldern des campaniſchen Feſtlandes, Sicilien, den Liparen und Ponza-Inſeln, iſt, wie in den griechiſchen Inſeln, das verbindende Zwiſchenland theils nicht mit gehoben, theils vom Meere verſchlungen worden.

Es zeigen ſich in den vorgenannten großen Gebieten von Amerika und vom Caucaſus Eruptions-Maſſen (wirkliche Trachyte, nicht Trachyt-Conglomerate; Obſidian-Ströme; ſteinbruchartig gewonnene Bimsſtein-Blöcke, nicht durch Waſſer verbreitetes und abgeſetztes Bimsſtein-Gerölle), welche von den, ſich erſt in beträchtlicher Ferne erhebenden Bergen ganz unabhängig zu ſein ſcheinen. Warum ſollte bei der fortſchreitenden Abkühlung der wärmeſtrahlenden oberen Erdſchichten, ehe noch iſolirte Berge oder ganze Bergketten ſich erhoben, die Oberfläche nicht vielfach geſpalten worden ſein? warum ſollten dieſe Spalten nicht feuerflüſſige, zu Gebirgsarten und Eruptions-Geſtein erhärtete Maſſen (Trachyte, Dolerite, Melaphyre, Perlſtein, Obſidian und Bimsſtein) ausgeſtoßen haben? Ein Theil dieſer, urſprünglich horizontal gelagerten, in zähflüſſigem Zuſtande, wie aus Erde-Quellen[81], hervorbrechenden Trachyt- oder Dolerit-Schichten iſt, bei der ſpäteren Erhebung vulkaniſcher Kegel- und Glockenberge, in eine geſtürzte Lage gerathen: in eine ſolche, welche den neueren, aus Feuerbergen entſpringenden Laven keineswegs angehört. So iſt, um zuerſt an ein europäiſches, ſehr bekanntes Beiſpiel zu erinnern, in dem Val del Bove am Aetna (einer Aushöhlung, die tief in das Innere des Berges einſchneidet) das Fallen der mit Geröll-Maſſen ſehr regelmäßig alternirenden Lavaſchichten 25° bis 30°: während daß nach Élie de Beaumont's genauen

Beſtimmungen die Lavaſtröme, welche die Oberfläche des Aetna bedecken und ihm erſt ſeit ſeiner Erhebung als Berges entfloſſen ſind, in der Mittelzahl von 30 Strömen, nur ein Gefälle von 3° bis 5° zeigen. Dieſe Verhältniſſe deuten hin auf das Daſein ſehr alter vulkaniſcher Formationen, auf Spalten ausgebrochen, vor der Bildung des Vulkans als eines Feuerbergs. Eine merkwürdige Erſcheinung der Art bietet uns auch das Alterthum dar: eine Erſcheinung, die ſich in einer weiten Ebene, in einem Gebiete zeigte, das von allen thätigen oder erloſchenen Vulkanen entfernt liegt: auf Euböa, dem jetzigen Negropont. „Die heftigen Erdſtöße, welche die Inſel theilweiſe erſchütterten, hörten nicht eher auf, bis ein in der Ebene von Lelantus geöffneter Erdſchlund einen Strom glühenden Schlammes (Lava) ausſtieß.“ [82]

Sind, wie ich längſt zu vermuthen geneigt bin, einer erſten Spaltung der tief erſchütterten Erdrinde die älteſten, zum Theil auch gangausfüllenden Formationen des Eruptiv-Geſteins (nach ſeiner mineraliſchen Zuſammenſetzung den neueren Laven oft vollkommen ähnlich) zuzuſchreiben; ſo müſſen ſowohl dieſe Spalten, wie die ſpäter entſtandenen, ſchon minder einfachen Erhebungs-Krater doch nur als vulkaniſche Ausbruch-Oeffnungen, nicht als Vulkane ſelbſt, betrachtet werden. Der Hauptcharakter von dieſen letzteren beſteht in einer permanenten oder wenigſtens von Zeit zu Zeit erneuerten Verbindung des tiefen Heerdes mit der Atmoſphäre. Der Vulkan bedarf dazu eines eigenen Gerüſtes; denn, wie Seneca [83] ſehr treffend in einem Briefe an den Lucilius ſagt: »ignis in ipso monte non alimentum habet, sed viam«. Die vulkaniſche Thätigkeit wirkt dann formgebend, geſtaltend durch Erhebung des Bodens; nicht, wie man ehemals allgemein

und ausschließend glaubte: aufbauend durch Aufhäufung von Schlacken und sich überlagernde neue Lavaschichten. Der Widerstand, welchen die in allzu großer Menge gegen die Oberfläche gedrängten feuerflüssigen Massen in dem Ausbruch-Canal finden, veranlaßt die Vermehrung der hebenden Kraft. Es entsteht eine „blasenförmige Auftreibung des Bodens", wie dies durch die regelmäßige, nach außen gekehrte Abfalls-Richtung der gehobenen Bodenschichten bezeichnet wird. Eine minenartige Explosion, die Sprengung des mittleren und höchsten Theils der converen Auftreibung des Bodens, erzeugt bald allein das, was Leopold von Buch einen Erhebungs-Krater [84] genannt hat: d. h. eine kraterförmige, runde oder ovale Einsenkung, von einem Erhebungs-Circus, einer ringförmigen, meist stellenweise eingerissenen Umwallung, begrenzt; bald (wenn die Relief-Structur eines permanenten Vulkans vervollständigt werden soll) in der Mitte des Erhebungs-Kraters zugleich einen dom- oder kegelförmigen Berg. Der letztere ist dann meist an seinem Gipfel geöffnet; und auf dem Boden dieser Oeffnung (des Kraters des permanenten Vulkans) erheben sich vergängliche Auswurfs- und Schlackenhügel, kleine und große Eruptions-Kegel, welche beim Vesuv bisweilen die Kraterränder des Erhebungs-Kegels weit überragen. Nicht immer haben sich aber die Zeugen des ersten Ausbruchs, die alten Gerüste, wie sie hier geschildert werden, erhalten. Die hohe Felsmauer, welche die peripherische Umwallung (den Erhebungs-Krater) umgiebt, ist an vielen der mächtigsten und thätigsten Vulkane nicht einmal in einzelnen Trümmern zu erkennen.

Es ist ein großes Verdienst der neueren Zeit, nicht bloß durch sorgfältige Vergleichung weit von einander entfernter Vulkane die einzelnen Verhältnisse ihrer Gestaltung

genauer erforſcht; ſondern auch in die Sprachen beſtimmtere Ausdrücke eingeführt zu haben, wodurch das Ungleichartige in den Relieftheilen, wie in den Aeußerungen vulkaniſcher Thätigkeit getrennt wird. Iſt man nicht entſchieden allen Claſſificationen abhold, weil dieſelben in dem Beſtreben nach Verallgemeinerung noch immer nur auf unvollſtändigen Inductionen beruhen; ſo kann man ſich das Hervorbrechen von feuerflüſſigen Maſſen und feſten Stoffen, von Dämpfen und Gas-Arten begleitet, auf viererlei Weiſe vorſtellen. Von den einfachen zu den zuſammengeſetzten Erſcheinungen übergehend, nennen wir zuerſt Eruptionen auf Spalten, nicht einzelne Kegelreihen bildend, ſondern in gefloſſenem und zähem Zuſtande über einander gelagerte vulkaniſche Gebirgsmaſſen erzeugend; zweitens Ausbrüche durch Aufſchüttungs-Kegel ohne Umwallung, und doch Lavaſtröme ergießend: wie fünf Jahre lang bei der Verwüſtung der Inſel Lancerote, in der erſten Hälfte des verfloſſenen Jahrhunderts; drittens Erhebungs-Krater mit gehobenen Schichten, ohne Centralkegel: Lavaſtröme nur an der äußeren Seite der Umwallung, nie aus dem Inneren, das früh ſich durch Einſturz verſchließt, ausſendend; viertens geſchloſſene Glockenberge oder an der Spitze geöffnete Erhebungs-Kegel: entweder mit einem, wenigſtens theilweiſe erhaltenen, Circus umgeben: wie am Pic von Teneriffa, in Fogo und Rocca Monfina; oder ganz ohne Umwallung und ohne Erhebungs-Krater: wie in Island [85], in den Cordilleren von Quito und dem mittleren Theile von Mexico. Die offenen Erhebungs-Kegel dieſer vierten Claſſe bewahren eine permanente, in unbeſtimmten Zeiträumen mehr oder weniger thätige Verbindung zwiſchen dem feurig heißen Erd-Inneren und dem Luftkreiſe. Der an dem Gipfel verſchloſſen gebliebenen

dom- und glockenförmigen Trachyt- und Doleritberge ſcheint es nach meinen Beobachtungen mehr als der offenen, noch thätigen oder erloſchenen Kegel, weit mehr als der eigentlichen Vulkane zu geben. Dom- und glockenartige Bergformen: wie der Chimborazo, Puy de Dôme, Sarcouy, Rocca Monfina und Vultur; verleihen der Landſchaft einen eigenen Charakter, durch welchen ſie mit den Schiefer-Hörnern oder den zackigen Formen des Kalkgeſteins anmuthig contraſtiren.

In der uns bei Ovid „in anſchaulicher Darſtellung" aufbewahrten Tradition über das große vulkaniſche Naturereigniß auf der Halbinſel Methone iſt die Entſtehung einer ſolchen Glockenform, die eines uneröffneten Berges mit methodiſcher Deutlichkeit bezeichnet. „Die Gewalt der in finſteren Erdhöhlen eingekerkerten Winde treibt, eine Oeffnung vergebens ſuchend, den geſpannten Erdboden auf (extentam tumefecit humum), wie wenn man eine Blaſe oder einen Schlauch mit Luft anfüllt. Die hohe Anſchwellung hat ſich durch langſame Erhärtung in der Geſtalt eines Hügels erhalten." Ich habe ſchon an einem anderen Orte daran erinnert, wie ganz verſchieden dieſe römiſche Darſtellung von der Ariſtoteliſchen Erzählung des vulkaniſchen Ereigniſſes auf Hiera, einer neu entſtandenen Aeoliſchen (liparſchen) Inſel, iſt: in welchem „der unterirdiſche, mächtig treibende Hauch zwar ebenfalls einen Hügel erhebt, ihn aber ſpäter zum Erguß eines feurigen Aſchenregens aufbricht". Die Erhebung wird hier beſtimmt als dem Flammenausbruch vorhergehend geſchildert (Kosmos Bd. I. S. 453). Nach Strabo hatte der aufgeſtiegene domförmige Hügel von Methana ſich ebenfalls in feuriger Eruption geöffnet, bei deren Ende ſich nächtlich ein Wohlgeruch verbreitete. Letzterer war, was ſehr auffallend iſt, unter ganz ähnlichen

Verhältniſſen bei dem vulkaniſchen Ausbruch von Santorin im Herbſt 1650 bemerkt, und in der bald darauf von einem Mönche gehaltenen und aufgeſchriebenen Bußpredigt „ein tröſtendes Zeichen“ genannt worden, „daß Gott ſeine Heerde noch nicht verderben wolle“.[86] Sollte dieſer Wohlgeruch nicht auf Naphtha deuten? Es wird deſſelben ebenfalls von Kotzebue in ſeiner ruſſiſchen Entdeckungsreiſe gedacht, bei Gelegenheit eines Feuerausbruchs (1804) des aus dem Meere aufgeſtiegenen neuen Inſel-Vulkans Umnack im aleutiſchen Archipel. Bei dem großen Ausbruch des Veſuvs am 12 Auguſt 1805, den ich mit Gay-Luſſac beobachtete, fand Letzterer einen bituminöſen Geruch im entzündeten Krater zu Zeiten vorherrſchend. Ich ſtelle dieſe wenig beachteten Thatſachen zuſammen, weil ſie beitragen die enge Verkettung aller Aeußerung vulkaniſcher Thätigkeit, die Verkettung der ſchwachen Salſen und Naphtha-Quellen mit den wirklichen Vulkanen, zu bewähren.

Umwallungen, denen der Erhebungs-Krater analog, zeigen ſich auch in Gebirgsarten, die von Trachyt, Baſalt und Porphyrſchiefer ſehr verſchieden ſind: z. B. nach Élie de Beaumont's ſcharfſinniger Auffaſſung im Granit der franzöſiſchen Alpenkette. Die Bergmaſſe von Oiſans, zu welcher der höchſte[87] Gipfel von Frankreich, der Mont Pelvoux bei Briançon (12109 Fuß), gehört, bildet einen Circus von acht geogr. Meilen Umfang, in deſſen Mitte das kleine Dorf de la Bérarde liegt. Die ſteilen Wände des Circus ſteigen über 9000 Fuß hoch an. Die Umwallung ſelbſt iſt Gneiß, alles Innere iſt Granit.[88] In den ſchweizer und ſavoyer Alpen zeigt ſich in kleinen Dimenſionen mehrfach dieſelbe Geſtaltung. Das Grand-Plateau des Montblanc, in welchem Bravais und Martins mehrere Tage campirt haben, iſt

ein geſchloſſener Circus mit faſt ebenem Boden in 12020 Fuß Höhe; ein Circus, aus dem ſich die coloſſale Gipfel-Pyramide erhebt.[89] Dieſelben hebenden Kräfte bringen, doch durch die Zuſammenſetzung der Gebirgsarten modificirt, ähnliche Formen hervor. Auch die von Hoffmann, Buckland, Murchiſon und Thurmann beſchriebenen Ring- und Keſſelthäler (valleys of elevation) im Sediment-Geſtein des nördlichen Deutſchlands, in Herefordſhire und dem Jura-Gebirge von Porrentruy hangen mit den hier beſchriebenen Erſcheinungen zuſammen: wie, doch in geringerem Maaße der Analogie, einige, von allen Seiten durch Bergmaſſen eingeſchloſſene Hochebenen der Cordilleren, in denen die Städte Caramarca (8784 F.), Bogota (8190 F.) und Merico (7008 F.) liegen; wie im Himalaya das Keſſelthal von Kaſchmir (5460 F.).

Minder mit den Erhebungs-Kraterен verwandt als mit der oben geſchilderten einfachſten Form vulkaniſcher Thätigkeit (der Wirkung aus bloßen Spalten) ſind unter den erloſchenen Vulkanen der Eifel die zahlreichen Maare: keſſelförmige Einſenkungen in nicht vulkaniſchem Geſtein (deboniſchem Schiefer) und von wenig erhabenen Rändern umgeben, die ſie ſelbſt gebildet. „Es ſind gleichſam Minen-Trichter, Zeugen minenartiger Ausbrüche", welche an das von mir beſchriebene ſonderbare Phänomen der bei dem Erdbeben von Riobamba (4 Febr. 1797) auf den Hügel de la Culca[90] geſchleuderten menſchlichen Gebeine erinnern. Wenn einzelne, nicht ſehr hoch liegende Maare: in der Eifel, in der Auvergne, oder auf Java, mit Waſſer gefüllt ſind; ſo mögen in dieſem Zuſtande ſolche ehemaligen Exploſions-Krateren mit dem Namen cratères-lacs belegt werden; aber als eine ſynonyme Benennung für Maar ſollte das Wort, glaube ich, nicht im allgemeinen

genommen werden, da auf den Gipfeln der höchſten Vulkane, auf wahren Erhebungs-Kegeln, in erloſchenen Krateren: z. B. auf dem mexicaniſchen Vulkan von Toluca in 11490 Fuß und auf dem caucaſiſchen Elburuz in 18500 Fuß Höhe, kleine Seen von mir und Abich gefunden worden ſind. Man muß bei den Eifeler Vulkanen zwei Arten der vulkaniſchen Thätigkeit, ſehr ungleichen Alters, ſorgfältig von einander unterſcheiden: die, Lavaſtröme entſendenden, eigentlichen Vulkane; und die ſchwächeren Ausbruchs-Phänomene der Maare. Zu den erſteren gehören: der baſaltiſche, olivinreiche, in aufrecht ſtehende Säulen geſpaltene Lavaſtrom im Uesbach-Thale bei Bertrich [91]; der Vulkan von Gerolſtein, welcher in einem, Dolomit enthaltenden, den devoniſchen Grauwacken-Schiefern muldenförmig eingelagerten Kalkſtein ſeinen Sitz hat; und der lange Rücken des Moſenberges (1645 Fuß über dem Meere), unweit Bettenfeld, weſtlich von Manderſcheid. Der letztgenannte Vulkan hat drei Kratere: deren erſter und zweiter, die nördlichſten, vollkommen rund und auf dem Boden mit Torfmooren bedeckt ſind; während aus dem dritten, ſüdlichſten [92] Krater ein mächtiger, röthlichbrauner, tiefer gegen das Thal der kleinen Kyll hin ſäulenförmig abgeſonderter Lavaſtrom herabfließt. Eine merkwürdige, lavagebenden Vulkanen im allgemeinen fremdartige Erſcheinung iſt es, daß weder am Moſenberge, noch am Gerolſtein, noch in anderen eigentlichen Vulkanen der Eifel die Lava-Ausbrüche an ihrem Urſprunge von einer trachytiſchen Gebirgsart ſichtbar umgeben ſind; ſondern, ſo weit ſie der Beobachtung zugänglich werden, unmittelbar aus den devoniſchen Schichten hervorkommen. Die Oberfläche des Moſenberges bezeugt gar nicht, was in der Tiefe verborgen iſt. Die augithaltigen Schlacken, welche

zuſammenhangend in Baſaltſtröme übergehen, enthalten kleine gebrannte Schieferſtücke, aber keine Spur von eingeſchloſſenem Trachyt. Die letzteren Einſchlüſſe ſind auch nicht zu finden am Krater des Rodderberges, der doch der größten Trachytmaſſe der Rheingegend, dem Siebengebirge, ſo nahe iſt.

„Die Maare ſcheinen", wie der Berghauptmann von Dechen ſcharfſinnig bemerkt, „in ihrer Bildung ziemlich derſelben Epoche anzugehören als die Ausbrüche der Lavaſtröme, der eigentlichen Vulkane. Beide liegen in der Nähe tief eingeſchnittener Thäler. Die lavagebenden Vulkane waren entſchieden zu einer Zeit thätig, als die Thäler bereits ſehr nahe ihre heutige Form erhalten hatten; auch ſieht man die älteſten Lavaſtröme dieſes Gebietes in die Thäler herabſtürzen." Die Maare ſind von Fragmenten devoniſcher Schiefer und von aufgeſchüttetem grauem Sande und Tuffrändern umgeben. Der Laacher See: man mag ihn nun als ein großes Maar oder, wie mein vieljähriger Freund, C. von Oeynhauſen, (gleich dem Becken von Wehr) als Theil eines großen Keſſelthales im Thonſchiefer betrachten; zeigt an dem ihn umgebenden Kranze einige vulkaniſche Schlacken-Ausbrüche: ſo am Krufter Ofen, am Veltskopf und Laacher Kopf. Es iſt aber nicht bloß der gänzliche Mangel von Lavaſtrömen, wie ſie an dem äußeren Rande wirklicher Erhebungs-Krater oder ganz in ihrer Nähe auf den canariſchen Inſeln zu beobachten ſind; es iſt nicht die unbedeutende Höhe des Kranzes, der die Maare umgiebt: welche dieſelben von den Erhebungs-Kratern unterſcheiden; es fehlt den Rändern der Maare eine regelmäßige, als Folge der Hebung ſtets nach außen abfallende Geſteinsſchichtung. Die in den devoniſchen Schiefer eingeſenkten Maare erſcheinen, wie ſchon oben bemerkt, als Minen-Trichter,

in welche nach der gewaltſamen Exploſion von heißen Gas-Arten und Dämpfen die ausgeſtoßenen lockeren Maſſen (Rapilli) größtentheils zurückgefallen ſind. Ich nenne hier beiſpielsweiſe nur das Immerather, das Pulver- und Meerfelder Maar. In der Mitte des erſteren, deſſen trockener Boden, in zweihundert Fuß Tiefe, cultivirt wird, liegen die beiden Dörfer Ober- und Unter-Immerath. Hier finden ſich in dem vulkaniſchen Tuff der Umgebung, ganz wie am Laacher See, Gemenge von Feldſpath und Augit als Kugeln, in welche Theilchen von ſchwarzem und grünem Glaſe eingeſprengt ſind. Aehnliche Kugeln von Glimmer, Hornblende und Augit, voll von Verglaſungen, enthalten auch die Tuffkränze des Pulver-Maares bei Gillenfeld, das aber gänzlich in einen tiefen See umgewandelt iſt. Das regelmäßig runde, theils mit Waſſer, theils mit Torf bedeckte, Meerfelder Maar zeichnet ſich geognoſtiſch durch die Nähe der drei Krater des großen Moſenbergs aus, deren ſüdlichſter einen Lavaſtrom gegeben hat. Das Maar liegt jedoch 600 Fuß tiefer als der lange Rücken des Vulkans, und an ſeinem nördlichen Ende; auch nicht in der Achſe der Krater-Reihe, mehr in Nordweſten. Die mittlere Höhe der Eifeler Maare über der Meeresfläche fällt zwiſchen 865 F. (Laacher See?) und 1490 F. (Mosbrucher Maar).

Da hier beſonders der Ort iſt darauf aufmerkſam zu machen, wie gleichmäßig und übereinſtimmend in der ſtoffartig producirenden Wirkſamkeit die vulkaniſche Thätigkeit ſich bei den verſchiedenſten Formen des äußeren Gerüſtes (als Maaren, als umwallten Erhebungs-Kratern oder am Gipfel geöffneten Kegeln) zeigt; ſo erwähne ich der auffallenden Reichhaltigkeit von kryſtalliſirten Mineralien, welche die Maare bei ihrer erſten Exploſion ausgeſtoßen haben und die jetzt zum Theil in den

Tuffen vergraben liegen. In der Umgebung des Laacher Sees ist diese Reichhaltigkeit allerdings am größten; aber auch andere Maare, z. B. das Immerather und das, an Olivin-Kugeln reiche Meerfelder, enthalten ausgezeichnete krystallinische Massen. Wir nennen hier: Zirkon, Hauyn, Leucit [93], Apatit, Nosean, Olivin, Augit, Rhyakolith, gemeinen Feldspath (Orthoklas), glasigen Feldspath (Sanidin), Glimmer, Sodalit, Granat und Titan-Eisen. Wenn die Zahl der schönen krystallisirten Mineralien am Vesuv so vielmal größer ist (Scacchi zählt deren 43 Arten), so darf man nicht vergessen, daß sehr wenige derselben vom Vesuv ausgestoßen werden; und daß die größere Zahl dem Theil der sogenannten Auswürflinge des Vesuvs angehört, die nach Leopolds von Buch Meinung [94], „dem Vesuv gänzlich fremd, einer, weit über Capua hinaus verbreiteten Tuff-Bedeckung beizuzählen sind, welche von dem aufsteigenden Kegel des Vesuvs mit emporgehoben wurde und wahrscheinlich das Erzeugniß einer submarinen, tief im Inneren verborgenen, vulkanischen Wirkung gewesen ist."

Gewisse bestimmte Richtungen der verschiedenartigen Erscheinungen vulkanischer Thätigkeit sind auch in der Eifel nicht zu verkennen. „Die, Lavaströme erzeugenden Ausbrüche der hohen Eifel liegen auf einer Spalte, fast 7 Meilen lang, von Bertrich bis zum Goldberg bei Ormond, von Südost nach Nordwest gerichtet; dagegen folgen die Maare, von dem Meerfelder an bis Mosbruch und zum Laacher See hin, einer Richtungslinie von Südwest gegen Nordost. Die beiden angegebenen Hauptrichtungen schneiden sich in den drei Maaren von Daun. In der Umgegend des Laacher Sees ist nirgends Trachyt an der Oberfläche sichtbar. Auf das Vorkommen dieser Gebirgsart in der Tiefe weisen nur hin die eigenthümliche Natur des ganz

feldspathartigen Laacher Bimssteins, wie die ausgeworfnen Bomben von Augit und Feldspath. Sichtbar sind aber Eifeler Trachyte, aus Feldspath und großen Hornblende-Krystallen zusammengesetzt, nur zwischen Basaltberge vertheilt: so im Sellberg (1776 F.) bei Quiddelbach, in der Anhöhe von Struth, bei Kelberg, und in dem wallartigen Bergzuge von Reimerath bei Boos."

Nächst den liparischen und Ponza-Inseln haben wohl wenige Theile von Europa eine größere Masse von Bimsstein hervorgebracht als diese Gegend Deutschlands, welche bei verhältnißmäßig geringer Erhebung so verschiedene Formen vulkanischer Thätigkeit in Maaren (cratères d'explosion), Basaltbergen und lava-ausstoßenden Vulkanen darbietet. Die Hauptmasse des Bimssteines liegt zwischen Nieder-Mendig und Sorge, Andernach und Rübenach; die Hauptmasse des Duckſteins oder Traß (eines durch Wasser abgesetzten, sehr neuen Conglomerats) liegt im Brohlthale, von seiner Mündung in den Rhein aufwärts bis Burgbrohl, bei Plaidt und Kruft. Die Traß-Formation des Brohlthales enthält, neben Fragmenten von Grauwacken-Schiefer und Holzstücken, Bimsstein-Brocken: die sich durch nichts von dem Bimsstein unterscheiden, welcher die oberflächliche Bedeckung der Gegend, ja auch die des Duckſteins selbst ausmacht. Ich habe immer, trotz einiger Analogien, welche die Cordilleren darzubieten scheinen, daran gezweifelt, daß man den Traß Schlamm-Ausbrüchen aus lavagebenden Eifler Vulkanen zuschreiben könne. Ich vermuthe vielmehr mit H. von Dechen, daß der Bimsstein trocken ausgeworfen wurde und daß der Traß sich nach Art anderer Conglomerate bildete. „Der Bimsstein ist dem Siebengebirge fremd; und der große Bimsstein-Ausbruch der Eifel, dessen Hauptmasse

noch über dem Löß liegt und in einzelnen Theilen mit demselben abwechselt, mag, nach der Vermuthung, zu welcher die Localverhältnisse führen, im Rheinthale oberhalb Neuwied, in dem großen Neuwieder Becken, vielleicht nahe bei Urmits auf der linken Seite des Rheins statt gefunden haben. Bei der Zerreiblichkeit des Stoffes mag die Ausbruch-Stelle durch die spätere Einwirkung des Rheinstromes spurlos verschwunden sein. In dem ganzen Strich der Eifeler Maare wie in dem der Eifeler Vulkane von Bertrich bis Ormond wird kein Bimsstein gefunden. Der des Laacher Sees ist auf dessen Randgebirge beschränkt; und an den übrigen Maaren gehen die kleinen Stücke von Feldspath-Gestein, die im vulkanischen Sande und Tuff liegen, nicht in Bimsstein über."

Wir haben bereits oben die Altersverhältnisse der Maare und der, von ihnen so verschiedenen Ausbrüche der Lavaströme zu der Thalbildung berührt. „Der Trachyt des Siebengebirges scheint viel älter als die Thalbildung, sogar älter als die rheinische Braunkohle. Sein Hervortreten ist der Aufreißung des Rheinthales fremd gewesen, selbst wenn man dieses Thal einer Spaltenbildung zuschreiben wollte. Die Thalbildung ist wesentlich jünger als die rheinische Braunkohle, jünger als der meiste rheinische Basalt; dagegen älter als die vulkanischen Ausbrüche mit Lavaströmen, älter als der große Bimsstein-Ausbruch und der Traß. Basaltbildungen reichen bestimmt bis in eine jüngere Zeit hinein als die Trachytbildung, und die Hauptmasse des Basaltes ist daher für jünger als der Trachyt anzusehn. An den jetzigen Gehängen des Rheinthals wurden viele Basaltgruppen (Unkeler Steinbruch, Rolandseck, Godesberg) erst durch die Thal-Eröffnung bloß gelegt, da sie wahrscheinlich bis dahin im devonischen Grauwacken-Gebirge eingeschlossen waren."

Die Infuſorien, deren, durch Ehrenberg erwieſene, ſo allgemeine Verbreitung auf den Continenten, in den größten Tiefen des Meeres wie in den hohen Schichten des Luftkreiſes zu den glänzendſten Entdeckungen unſres Zeitalters gehört; haben in der vulkaniſchen Eifel ihren Hauptſitz in den Rapillen, Traßſchichten und Bimsſtein-Conglomeraten. Kieſelſchalige Organismen füllen das Brohlthal und die Auswürflinge von Hochſimmern; bisweilen ſind ſie im Traß mit unverkohlten Zweigen von Coniferen vermengt. Dies ganze kleine Leben iſt nach Ehrenberg ein Süßwaſſer-Gebilde; und nur ausnahmsweiſe zeigen ſich in der oberſten Ablagerung von dem zerreiblichen, gelblichen Löß am Fuß und an den Abhängen des Siebengebirges (auf die brakiſche vormalige Küſtennatur hindeutend) Polythalamien des Meeres. [95]

Iſt das Phänomen der Maare auf das weſtliche Deutſchland beſchränkt? Graf Montloſier, der die Eifel durch eigene Beobachtungen von 1819 kannte und den Moſenberg für einen der ſchönſten Vulkane erkennt, den er je geſehen, zählt (wie Rozet) zu den Maaren oder Exploſions-Krateren den Gouffre de Tazenat, den Lac Pavin und Lac de la Godivel in der Auvergne. Sie ſind in ſehr verſchiedenartigen Gebirgsarten, in Granit, Baſalt und Domit (Trachyt-Geſtein), eingeſchnitten, an den Rändern mit Schlacken und Rapilli umgeben. [96]

Die Gerüſte, welche eine mächtigere Ausbruch-Thätigkeit der Vulkane durch Hebung des Bodens und Lava-Erguß aufbaut, erſcheinen wenigſtens in ſechsfacher Geſtalt, und kehren in der Verſchiedenheit dieſer Geſtaltung in den entfernteſten Zonen der Erde wieder. Wer in vulkaniſchen Gegenden zwiſchen Baſalt- und Trachytbergen geboren iſt, fühlt ſich oft heimiſch da, wo dieſelben Geſtalten ihn anlächeln. Bergformen gehören zu

den wichtigſten beſtimmenden Elementen der Phyſiognomik der Natur; ſie geben der Gegend, je nachdem ſie ſich mit Vegetation geſchmückt oder in öder Nacktheit erheben, einen fröhlichen, oder einen ernſten, großartigen Charakter. Ich habe ganz neuerlich verſucht, in einem beſonderen Atlas eine Zahl von Umriſſen der Cordilleren von Quito und Merico, nach eigenen Zeichnungen entworfen, neben einander zu ſtellen. Wie der Baſalt bald in kegelförmigen, am Gipfel etwas abgerundeten Kuppen, bald als nahe an einander gereihte Zwillingsberge von ungleicher Höhe, bald als ein langer horizontaler Rücken, von einer höheren Kuppe an jeglichem Ende begrenzt, auftritt; ſo unterſcheidet man vorzugsweiſe im Trachyt die majeſtätiſche Domform [97] (Chimborazo, 20100 Fuß): welche nicht mit der Form, ebenfalls ungeöffneter, aber ſchlankerer Glockenberge zu verwechſeln iſt. Die Kegelgeſtalt iſt am vollkommenſten [98] im Cotopaxi (17712 F.) ausgeprägt; nächſt dem im Popocatepetl [99] (16632 F.), wie er am ſchönen Ufer des Sees von Tezcuco oder von der Höhe der altmericaniſchen Treppen-Pyramide von Cholula geſehen wird; und im Vulkan [100] von Orizaba (16302 F., nach Ferrer 16776 F.). Eine ſtark abgeſtumpfte Kegelform [1] zeigt der Nevado de Cayambe-Urcu (18170 F.), den der Aequator durchſchneidet; wie der Vulkan von Tolima (17010 F.): am Fuß des Paramo de Quindiu, bei dem Städtchen Ibague, über dem Urwald ſichtbar. [2] Einen langgeſtreckten Rücken bildet zum Erſtaunen des Geognoſten der Vulkan von Pichincha (14910 F.), an deſſen einem, wenig höheren Ende der weite, noch entzündete Krater [3] liegt.

Durch große Naturbegebenheiten veranlaßte Einſtürze von Kraterwänden oder Zerreißung derſelben durch minenartige

Explosion aus dem tiefen Inneren bringen in Kegelbergen sonderbare und contrastirende Formen hervor: so die Spaltung in Doppel-Pyramiden von mehr oder minder regelmäßiger Art bei dem Carguairazo (14700 F.), plötzlich eingestürzt [4] in der Nacht vom 19 Juli 1698, und bei den schöneren Pyramiden [5] von Iliniſſa (16362 F.); ſo eine Crenulirung der oberen Kraterwände, bei welcher zwei, ſehr gleichartige, gegen einander anſtrebende Hörner die primitive, vormalige Form ahnden laſſen (Capac-Urcu, Cerro del Altar, jetzt nur von 16380 Fuß Höhe). Es hat ſich unter den Eingeborenen des Hochlandes von Quito, zwiſchen Chambo und Lican, zwiſchen den Gebirgen von Condoraſto und Cuvillan, allgemein die Sage erhalten, daß der Gipfel des hier zuletzt genannten Vulkans 14 Jahre vor dem Einfall von Huayna Capac, dem Sohne des Inca Tupac Yupanqui, nach Ausbrüchen, die ununterbrochen ſieben bis acht Jahre dauerten, eingeſtürzt ſei und das ganze Plateau, in welchem Neu-Riobamba liegt, mit Bimsſtein und vulkaniſcher Aſche bedeckt habe. Der Vulkan, urſprünglich höher als der Chimborazo, wurde in der Inca- oder Quichua-Sprache capac, der König oder Fürſt der Berge (urcu), genannt, weil die Eingeborenen ſeinen Gipfel ſich mehr über die untere Schneegrenze erheben ſahen als bei irgend einem anderen Berge der Umgegend. [6] Der Große Ararat, deſſen Gipfel (16026 F.) Friedrich Parrot im Jahr 1829, Abich und Chodzko in den Jahren 1845 und 1850 erreicht haben, bildet, wie der Chimborazo, einen ungeöffneten Dom. Seine mächtigen Lavaſtröme ſind tief unterhalb der Schneegrenze ausgebrochen. Ein wichtiger Charakter in der Geſtaltung des Ararat iſt ein Seitenſchlund, der tiefe Ausſchnitt des Jacobs-Thales, das man mit dem Val del Bove

des Aetna vergleichen kann. In demſelben wird, nach Abich's Beobachtung, erſt recht eigentlich die innere Structur von dem Kern des trachytiſchen Glockenberges ſichtbar, da dieſer Kern und die Erhebung des ganzen Ararats um vieles älter ſind als die Lavaſtröme.[7] Der Kasbegk und Tſchegem, welche auf demſelben caucaſiſchen Haupt-Bergrücken (OSO—WNW) ausgebrochen ſind als der Elburuz (18500 F.), ſind ebenfalls Kegel ohne Gipfel-Krater, während der coloſſale Elburuz auf ſeinem Gipfel einen Kraterſee trägt.

Da Kegel- und Domformen in allen Weltgegenden bei weitem die häufigſten ſind, ſo iſt, wie vereinzelt in der Gruppe der Vulkane von Quito, um deſto merkwürdiger der lange Rücken des Vulkans von Pichincha. Ich habe mich mit ſeiner Geſtaltung lange und ſorgfältig beſchäftigt, und neben ſeiner, auf viele Winkelmeſſungen gegründeten Profil-Anſicht auch eine topographiſche Skizze ſeiner Queerthäler veröffentlicht.[8] Pichincha bildet eine über zwei geographiſche Meilen lange Mauer von ſchwarzem Trachyt-Geſtein (zuſammengeſetzt aus Augit und Oligoklas), auf einer Spalte in der weſtlichſten, der Südſee nahen Cordillere gehoben, ohne daß die Achſe des hohen Bergrückens mit der der Cordillere, der Richtung nach, zuſammentrifft. Auf dem Rücken der Mauer folgen, caſtellartig aufgeſetzt, von SW gen NO die drei Kuppen: Cuntur-guachana, Guagua-Pichincha (das Kind des alten Vulkans) und el Picacho de los Ladrillos. Der eigentliche Feuerberg (Vulkan) wird der Vater oder Alte, Rucu-Pichincha, genannt. Er iſt der einzige Theil des langen Bergrückens, welcher in die ewige Schneeregion reicht: alſo ſich zu einer Höhe erhebt, welche die Kuppe von Guagua-Pichincha, dem Kinde, etwa um 180 Fuß überſteigt. Drei thurmartige

Felsen umgeben den ovalen Krater, der etwas südwestlicher, also außerhalb der Achsenrichtung einer, im Mittel 14706 Fuß hohen Mauer, liegt. Ich bin auf den östlichsten Felsthurm im Frühjahr 1802 allein mit dem Indianer Felipe Aldas gelangt. Wir standen dort am äußersten Kraterrande, ohngefähr 2300 Fuß hoch über dem Boden des entzündeten Schlundes. Sebastian Wisse, welchem während seines langen Aufenthaltes in Quito die physikalischen Wissenschaften so viele interessante Beobachtungen verdanken, hat die Kühnheit gehabt im Jahre 1845 mehrere Nächte in einem Theile des Kraters von Rucu-Pichincha zuzubringen, wo das Thermometer gegen Sonnen-Aufgang 2^0 unter den Nullpunkt fiel. Der Krater ist durch einen, mit verglasten Schlacken bedeckten Felskamm in zwei Theile getheilt. Der östliche liegt über tausend Fuß tiefer als der westliche, und ist jetzt der eigentliche Sitz vulkanischer Thätigkeit. Dort erhebt sich ein Auswurfs-Kegel von 250 Fuß Höhe. Er wird von mehr als 70 entzündeten, Schwefeldampf ausstoßenden Fumarolen umgeben. [9] Aus diesem kreisrunden, östlichen Krater, der jetzt an den minder warmen Stellen mit Stauden schilfartiger Gräser und einer bromelienblättrigen Pourretia bedeckt ist, sind wahrscheinlich die feurigen Schlacken-, Bimsstein- und Aschen-Auswürfe des Rucu-Pichincha von 1539, 1560, 1566, 1577, 1580 und 1660 erfolgt. Die Stadt Quito war damals oft tagelang durch die fallenden, staubartigen Rapilli in tiefe Finsterniß gehüllt.

Zu der seltneren Gestaltungs-Classe der Vulkane, welche langgestreckte Rücken bilden, gehören in der Alten Welt: der Galungung, mit einem großen Krater, im westlichen Theile von Java [10]; die Doleritmasse des Schiwelutsch auf Kamtschatka, eines Kettengebirges, auf dessen Kamme sich einzelne

Kuppen bis zu der Höhe von 9540 Fuß erheben [11]; der Hekla, von der Nordweſt-Seite, in normaler Richtung auf die Haupt- und Längenſpalte, geſehen, über der er hervorgebrochen iſt, als ein breiter, mit verſchiedenen kleinen Hörnern verſehener Gebirgszug. Seit den letzten Eruptionen von 1845 und 1846, die einen Lavaſtrom von 2 geogr. Meilen Länge und an einigen Stellen von ½ Meile Breite, dem Aetna-Strome von 1669 vergleichbar, gegeben haben, liegen auf dem Rücken des Hekla in einer Reihe fünf keſſelförmige Krater. Da die Hauptſpalte Nord 65° Oſt gerichtet iſt, ſo erſcheint der Vulkan, von Selſundsfjäll, d. h. von der Südweſt-Seite, alſo im Queerſchnitt, geſehen, als ein ſpitziger Kegelberg. [12]

Wie die Geſtalten der Feuerberge ſo auffallend verſchieden ſind (Cotopari und Pichincha), ohne daß die ausgeſtoßenen Stoffe und die chemiſchen Proceſſe des tiefen Inneren ſich ändern; ſo iſt die relative Stellung der Erhebungs-Kegel bisweilen noch ſonderbarer. Auf Luzon, in der Inſelgruppe der Philippinen, erhebt ſich der noch thätige Vulkan von Taal, deſſen zerſtörendſter Ausbruch der vom Jahr 1754 war, mitten in einem, von Crocodilen bewohnten, großen See (laguna de Bombon genannt). Der Kegel, der auf der Kotzebue'ſchen Entdeckungsreiſe erſtiegen ward, hat einen Kraterſee, aus welchem wiederum ein Ausbruch-Kegel mit einem zweiten Krater aufſteigt. [13] Dieſe Beſchreibung erinnert unwillkührlich an Hanno's Reiſejournal, in dem einer Inſel gedacht wird, einen kleinen See einſchließend, aus deſſen Mitte ſich eine zweite Inſel erhebt. Das Phänomen ſoll zweimal vorkommen: einmal im Golf des Weſtlichen Hornes, und dann in der Bai der Gorillas-Affen, an der weſtafrikaniſchen Küſte. [14] So individuelle Schilderungen möchte man auf wirkliche Naturbeobachtung gegründet glauben!

Die kleinste und größte Höhe der Punkte, in denen die vulkanische Thätigkeit des Inneren der Erde sich an der Oberfläche permanent wirksam zeigt, ist eine hypsometrische Betrachtung, die für die physische Erdbeschreibung das Interesse gewährt, welches allen sich auf die Reaction des flüssigen Inneren der Planeten gegen ihre Oberfläche beziehenden Thatsachen eigen ist. Das Maaß der hebenden Kraft [15] offenbart sich allerdings in der Höhe vulkanischer Kegelberge; aber über den Einfluß der Höhenverhältnisse auf Frequenz und Stärke der Ausbrüche ist nur mit vieler Vorsicht ein Urtheil zu fällen. Einzelne Contraste gleichartiger Wirkungen in Frequenz und Stärke bei sehr hohen oder sehr niedrigen Vulkanen können hier nicht entscheiden; und von den mehreren Hunderten thätiger Vulkane, die man auf den Continenten und den Inseln voraussetzt, ist die Kenntniß noch so überaus unvollständig, daß die einzig entscheidende Methode, die der Mittelzahlen, noch nicht angewendet werden kann. Auch würden solche Mittelzahlen, wenn sie das bestimmte Resultat geben sollten, in welcher Höhenclasse der Erhebungs-Kegel sich eine schnellere Wiederkehr der Eruptionen offenbare, noch immer Raum zu dem Zweifel übrig lassen, daß neben der Höhe, d. h. der Entfernung von dem vulkanischen Heerde, die unberechenbaren Zufälligkeiten in dem, sich schwerer oder leichter verstopfenden Spaltennetze wirken. Das Phänomen ist also in Hinsicht auf den Causalzusammenhang ein unbestimmtes.

Vorsichtig bei dem Thatsächlichen verweilend, da, wo die Complication der Naturerscheinungen und der Mangel der historischen Nachrichten über die Zahl der Ausbrüche im Lauf der Jahrhunderte das Auffinden des Gesetzlichen noch nicht

erlaubt haben, begnüge ich mich, für die vergleichende Hypſometrie der Vulkane fünf Gruppen aufzuſtellen, in denen die Höhenclaſſen durch eine kleine, aber ſichere Zahl von Beiſpielen charakteriſirt ſind. Ich habe in dieſen 5 Gruppen nur iſolirt ſich erhebende, mit noch entzündeten Gipfel-Kratern verſehene Kegelberge aufgeführt: alſo eigentliche, jetzt noch thätige Vulkane; nicht ungeöffnete Glockenberge, wie der Chimborazo. Alle Eruptions-Kegel, die von einem nahen Vulkan abhängig ſind oder, fern von demſelben, wie auf der Inſel Lancerote und im Arſo am Epomeo auf Iſchia, keinen permanenten Zuſammenhang des Inneren mit dem Luftkreiſe bewahrt haben, bleiben hier ausgeſchloſſen. Nach dem Zeugniß des eifrigſten Forſchers über die Vulcanicität des Aetna, Sartorius von Waltershauſen, wird dieſer Vulkan von faſt 700 größeren und kleineren Ausbruch-Kegeln umgeben. Da die gemeſſenen Höhen der Gipfel ſich auf das Niveau des Meeres, der jetzigen flüſſigen Oberfläche des Planeten, beziehen; ſo iſt es wichtig hier daran zu erinnern, daß Inſel-Vulkane, von denen einige nicht tauſend Fuß (wie der von Horner und Tileſius beſchriebene japaniſche Vulkan Koſima [16] am Eingange der Tſugar-Straße), andere, wie der Pic von Teneriffa [17], mehr als 11500 Fuß über den Meeresſpiegel hervorragen, ſich durch vulkaniſche Kräfte über einen Meeresgrund erhoben haben, der oft 20000 Fuß, ja einmal über 43000 Fuß Tiefe unter der jetzigen Meeres-Oberfläche gefunden worden iſt. Um eine Täuſchung in numeriſchen Verhältniſſen zu vermeiden, iſt auch dieſer Erinnerung hinzuzufügen: daß, wenn für die Vulkane auf den Continenten Unterſchiede der erſten und vierten Claſſe, alſo in Vulkanen von 1000 und 18000 Fuß, ſehr beträchtlich ſcheinen, das Verhältniß dieſer Zahlen ganz verändert wird,

wenn man (nach Mitſcherlich's Verſuchen über den Schmelzgrad des Granits und nach der, nicht ganz wahrſcheinlichen Hypotheſe über die mit der Tiefe in arithmetiſcher Progreſſion gleichmäßig zunehmende Wärme) die obere Grenze des geſchmolznen Inneren der Erde etwa zu 114000 Fuß unter dem jetzigen Meeresſpiegel annimmt. Bei der durch Verſtopfung vulkaniſcher Spalten ſich ſo mächtig vermehrenden Spannung elaſtiſcher Dämpfe ſind die Höhen-Unterſchiede der bisher gemeſſenen Vulkane wohl nicht beträchtlich genug, um als ein Hinderniß angeſehen zu werden für das Gelangen der Lava und anderer dichter Maſſen zur Kraterhöhe.

Hypſometrie der Vulkane.

Erſte Gruppe, von 700 bis 4000 Par. Fuß Höhe.

Der Vulkan der japaniſchen Inſel Koſima, ſüdlich von Jezo: 700 F. nach Horner.

Der Vulkan der lipariſchen Inſel Volcano: 1224 F. nach Fr. Hoffmann.[18]

Gunung Api (bedeutend Feuerberg in der malayiſchen Sprache), der Vulkan der Inſel Banda: 1828 F.

Der, erſt im Jahr 1770 aufgeſtiegene, faſt ununterbrochen ſpeiende Vulkan von Izalco[19] im Staate San Salvador (Central-Amerika): 2000 F. nach Squier.

Gunung Ringgit, der niedrigſte Vulkan von Java: 2200 F. nach Junghuhn.[20]

Stromboli: 2775 F. nach Fr. Hoffmann.

Veſuv, die Rocca del Palo, am höchſten nördlichen Kraterrande: das Mittel meiner beiden Barometer-Meſſungen[21] von 1805 und 1822 giebt 3750 F.

Der in der mexicaniſchen Hochebene[22] am 29 Sept. 1759 ausgebrochene Vulkan von Jorullo: 4002 F.

Zweite Gruppe, von 4000 bis 8000 Par. Fuß Höhe.

Mont Pelé de la Martinique: 4416 F.? nach Duperrey.

Soufrière de la Guadeloupe: 4567 F. nach Charles Deville.

Gunung Lamongan im öſtlichſten Theile von Java: 5010 F. nach Junghuhn.

Gunung Tengger, von allen Vulkanen Java's der, welcher den größten Krater [23] hat: Höhe am Eruptions-Kegel Bromo 7080 F. nach Junghuhn.

Vulkan von Oſorno (Chili): 7083 F. nach Fitzroy.

Vulkan der Inſel Pico [24] (Azoren): 7143 F. nach Cap. Vidal.

Der Vulkan von der Inſel Bourbon: 7507 F. nach Berth.

Dritte Gruppe, von 8000 bis 12000 Par. Fuß Höhe.

Der Vulkan von Awatſcha (Halbinſel Kamtſchatka), nicht zu verwechſeln [25] mit der etwas nördlicheren Strjeloſchnaja Sopka, welche die engliſchen Seefahrer gewöhnlich den Vulkan von Awatſcha nennen: 8360 F. nach Erman.

Vulkan von Antuco [26] oder Antoïo (Chili): 8368 F. nach Domeyko.

Vulkan der capverdiſchen Inſel [27] Fogo: 8587 F. nach Charles Deville.

Vulkan Schiwelutſch (Kamtſchatka): der nordöſtliche Gipfel 9898 F. nach Erman. [28]

Aetna [29]: nach Smyth 10200 F.

Pic von Teneriffa: 11408 F. nach Charles Deville. [30]

Vulkan Gunung Semeru, der höchſte aller Berge auf der Inſel Java: 11480 F. nach Junghuhn's barometriſcher Meſſung.

Vulkan Erebus, Br. 77° 32′, der nächſte am Südpol [31]: nach Sir James Roß 11603 F.

Vulkan Argäus [32] in Cappadocien, jetzt Erdſchiſch-Dagh, ſüd-ſüdöſtlich von Kaiſarieh: nach Peter von Tſchichatſcheff 11823 F.

Vierte Gruppe, von 12000 bis 16000 Par. Fuß Höhe.

Vulkan von Tuqueres[33], in dem Hochlande der Provincia de los Pastos: nach Bouſſingault 12030 F.

Vulkan von Paſto[34]: nach Bouſſingault 12620 F.

Vulkan Mauna Roa[35]: nach Wilkes 12909 F.

Vulkan von Cumbal[36] in der Prov. de los Pastos: 14654 F. nach Bouſſingault.

Vulkan Kliutſchewſk[37] (Kamtſchatka): nach Erman 14790 F.

Vulkan Rucu-Pichincha: nach barometriſchen Meſſungen von Humboldt 14940 F.

Vulkan Tungurahua: nach einer trigonometriſchen Meſſung[38] von Humboldt 15473 F.

Vulkan von Puracé[39] bei Popayan: 15957 F. nach José Caldas.

Fünfte Gruppe, von 16000 bis mehr als 20000 Par. Fuß Höhe.

Vulkan Sangay, ſüdweſtlich von Quito: 16068 F. nach Bouguer und La Condamine.[40]

Vulkan Popocatepetl[41]: nach einer trigonometriſchen Meſſung von Humboldt 16632 F.

Vulkan von Orizaba[42]: nach Ferrer 16776 F.

Eliasberg[43] (Weſtküſte Nordamerika's): nach den Meſſungen von Quadra und Galeano 16750 F.

Vulkan von Tolima[44]: nach einer trigonometriſchen Meſſung von Humboldt 17010 F.

Vulkan von Arequipa[45]: nach einer trigonometriſchen Meſſung von Dolley 17714 F.?

Vulkan Cotopaxi[46]: 17712 F. nach Bouguer.

Vulkan Sahama (Bolivia)[47]: nach Pentland 20970 F.

Der Vulkan, mit welchem die fünfte Gruppe endigt, iſt mehr denn zweimal ſo hoch als der Aetna, fünf- und ein halbmal ſo hoch als der Veſuv. Die Stufenleiter der Vulkane, die ich aufgeſtellt: von den niedrigen Maaren anhebend (Minen-Trichtern ohne Gerüſte, die Olivin-Bomben, von halbgeſchmolzenen Schieferſtücken umgeben, ausgeworfen haben) und bis zu dem noch entzündeten, ein- und-zwanzig-tauſend Fuß hohen Sahama aufſteigend, hat uns gelehrt: daß es keinen nothwendigen Zuſammenhang zwiſchen dem Maximum der Erhebung, dem geringeren Maaße der vulkaniſchen Thätigkeit und der Natur der ſichtbaren Gebirgsart giebt. Beobachtungen, die auf einzelne Länder beſchränkt bleiben, können hier leicht zu irrigen Annahmen verleiten. In dem Theile von Merico z. B., welcher in der heißen Zone liegt, ſind alle mit ewigem Schnee bedeckten Berge, d. h. die Culminationspunkte des ganzen Landes, allerdings Vulkane; eben ſo iſt es meiſt in den Cordilleren von Quito, wenn man die glockenförmigen, im Gipfel nicht geöffneten Trachytberge (den Chimborazo und Corazon) den Vulkanen beigeſellen will: dagegen ſind in der öſtlichen Andeskette von Bolivia die Maxima der Gebirgshöhen völlig unvulkaniſch. Die Nevados von Sorata (19974 Fuß) und Illimani (19843 Fuß) beſtehen aus Grauwacken-Schiefern, die von Porphyrmaſſen [48] durchbrochen ſind, und in denen ſich (als Zeugen dieſes Durchbruchs) Fragmente von Schiefer eingeſchloſſen finden. Auch in der öſtlichen Cordillere von Quito, ſüdlich vom Parallel von 1° 35′, ſind die den Trachyten gegenüber liegenden, ebenfalls in die Region des ewigen Schnees eintretenden, hohen Gipfel (Condoraſto, Cuvillan und die Collanes) Glimmerſchiefer und Geſtellſtein. Nach dem, was wir bis jetzt durch die verdienſtvollen Arbeiten von Brian

H. Hodgſon, Jacquemont, Joſeph Dalton Hooker, Thomſon und Henry Strachey von der mineralogiſchen Beſchaffenheit der größten Höhen des Himalaya wiſſen, ſcheinen ebenfalls in dieſen die ehemals ſo genannten uranfänglichen Gebirgsarten: Granit, Gneiß und Glimmerſchiefer, aber keine Trachyt-Formationen, ſichtbar zu werden. Pentland hat in Bolivia Muſchel-Verſteinerungen in den ſiluriſchen Schiefern am Nevado de Antacaua, 16400 Fuß über dem Meere, zwiſchen La Paz und Potoſi, gefunden. Die ungeheure Höhe, zu welcher nach dem Zeugniß der von Abich aus dem Daghеſtan, von mir aus den peruaniſchen Cordilleren (zwiſchen Guambos und Montan) geſammelten Petrefacten die Kreide-Formation gehoben iſt, erinnert recht lebhaft daran, daß unvulkaniſche Sedimentſchichten, voll organiſcher Reſte, nicht zu verwechſeln mit vulkaniſchen Tuffſchichten, ſich da zeigen, wo weit umher Melaphyre, Trachyte, Dolerite und anderes Pyroxen-Geſtein, denen man die hebenden, treibenden Kräfte zuſchreibt, in der Tiefe verſteckt bleiben. In wie unermeßlichen Strecken der Cordilleren und ihrer öſtlichen Umgebung iſt keine Spur der ganzen Granit-Formation ſichtbar!

Da, wie ich ſchon mehrmals bemerkt, die Frequenz der Ausbrüche eines Vulkans von mehrfachen und ſehr verwickelten Urſachen abzuhangen ſcheint, ſo iſt über das Verhältniß der abſoluten Höhe zu der Häufigkeit und dem Maaß der erneuerten Entflammung mit Sicherheit kein allgemeines Geſetz aufzuſtellen. Wenn in einer kleinen Gruppe die Vergleichung vom Stromboli, dem Veſuv und dem Aetna verleiten kann zu glauben, daß die Anzahl der Eruptionen der Höhe der Vulkane umgekehrt proportional ſei; ſo ſtehn andere Thatſachen mit dieſem Satze in geradem Widerſpruche. Sartorius von

Waltershauſen, der ſich um die Kenntniß des Aetna ſo verdient gemacht hat, bemerkt, daß bei dieſem im mittleren Durchſchnitt, welchen die letzten Jahrhunderte geben, von ſechs zu ſechs Jahren ein Ausbruch zu erwarten iſt: während daß auf Island, wo eigentlich kein Theil der Inſel gegen Zerſtörung durch unterſeeiſche Glut geſichert iſt, an dem, 5400 Fuß niedrigeren Hekla die Eruptionen nur alle 70 bis 80 Jahre beobachtet werden. [49] Die Gruppe der Vulkane von Quito bietet einen noch viel auffallenderen Contraſt dar. Der 16000 Fuß hohe Vulkan von Sangay iſt um vieles thätiger als der kleine Kegelberg Stromboli (2775 F.); er iſt unter allen bekannten Vulkanen der, welcher in jeder Viertelſtunde die meiſten feurigen, weitleuchtenden Schlacken-Auswürfe zeigt. Statt uns in Hypotheſen über Cauſalverhältniſſe unzugänglicher Erſcheinungen zu verirren, wollen wir lieber hier bei ſechs Punkten der Erdfläche verweilen, welche in der Geſchichte der vulkaniſchen Thätigkeit vorzugsweiſe wichtig und lehrreich ſind: bei Stromboli, bei der Chimära in Lycien, dem alten Vulkan von Maſaya, dem ſehr neuen von Izalco, dem Vulkan Fogo auf den capverdiſchen Inſeln und dem coloſſalen Sangay.

Die Chimära in Lycien und Stromboli, das alte Strongyle, ſind die zwei feurigen Erſcheinungen vulkaniſcher Thätigkeit, deren Permanenz, hiſtoriſch erwieſen, auch am weiteſten hinaufreicht. Der coniſche Hügel von Stromboli, ein Dolerit-Geſtein, iſt zweimal höher als der Feuerberg auf Volcano (Hiera, Thermeſſa), deſſen letzter großer Ausbruch ſich im Jahr 1775 ereignete. Die ununterbrochene Thätigkeit des Stromboli wird von Strabo und Plinius mit der der Inſel Lipari, der alten Meligunis, verglichen; „ſeiner Flamme" aber, d. i. ſeinen ausgeſtoßenen Schlacken, „bei

weniger Hitze eine größere Reinheit und Leuchtkraft" zugeschrieben.[50] Die Zahl und Geſtalt der kleinen Feuerſchlünde iſt ſehr wechſelnd. Spallanzani's lange für übertrieben gehaltene Darſtellung des Kraterbodens iſt von einem erfahrneren Geognoſten, Friedrich Hoffmann, wie auch noch neuerlichſt von einem ſcharfſinnigen Phyſiker, A. de Quatrefages, vollkommen beſtätigt worden. Einer der rothglühenden Feuerſchlünde hat eine Oeffnung von nur 20 Fuß Durchmeſſer; es gleicht dieſelbe dem Schacht eines hohen Ofens, und man ſieht in ihr zu jeder Stunde, oben an dem Kraterrande gelagert, das Aufſteigen und Ueberwallen der flüſſigen Lava. Die, uralten, permanenten Ausbrüche des Stromboli dienen noch jetzt bisweilen zur Orientirung der Schiffenden; und durch Beobachtung der Richtung der Flamme und der aufſteigenden Dampfſäule wie bei den Griechen und Römern, zu unſicherer Wetterprophezeiung. An die Mythe von des Aeolus früheſtem Aufenthalte auf Strongyle, und mehr noch an Beobachtungen über das damals heftige Feuer auf Volcano (der „heiligen Inſel des Hephaiſtos"), knüpft Polybius, der eine ſonderbar genaue Kenntniß von dem Zuſtand des Kraters verräth, die mannigfaltigen Kennzeichen einer nahen Windveränderung. Die Frequenz der Feuer-Erſcheinung hat in der neueſten Zeit einige Unregelmäßigkeit gezeigt. Die Thätigkeit des Stromboli iſt, wie die des Aetna nach Sartorius von Waltershauſen, am größten im November und in den Wintermonaten. Sie wird bisweilen durch einzelne Ruhepunkte unterbrochen; letztere ſind aber, wie eine Erfahrung von vielen Jahrhunderten lehrt, von ſehr kurzer Dauer.

Die Chimära in Lycien, welche der Admiral Beaufort ſo trefflich beſchrieben und deren ich ſchon zweimal erwähnt

habe[51], ist kein Vulkan, sondern ein perpetuirlicher Feuerbrunnen, eine durch die vulkanische Thätigkeit des Erd-Inneren immerfort entzündete Gasquelle. Dieselbe hat vor wenigen Monaten ein talentvoller Künstler, Albert Berg, besucht, um diese, in dem hohen Alterthume (seit den Zeiten des Ctesias und Scylax aus Caryanda) schon berühmte Oertlichkeit malerisch aufzunehmen, und die Gebirgsarten zu sammeln, aus denen die Chimära ausbricht. Die Beschreibungen von Beaufort, Professor Edward Forbes und Lieutenant Spratt in den Travels in Lycia finden sich vollkommen bestätigt. Eine Eruptiv-Masse von Serpentin-Gestein durchsetzt den dichten Kalkstein in einer Schlucht, die von Südost in Nordwest ansteigt. An dem nordwestlichen Ende dieser Schlucht ist der Serpentinstein durch einen in einen Bogen gekrümmten Kamm von Kalkfelsen abgeschnitten oder vielleicht bloß verdeckt. Die mitgebrachten Stücke sind theils grün und frisch, theils braun und im Zustand der Verwitterung. In beiden Serpentinen ist Diallag deutlich erkennbar.

Der Vulkan von Masaya[52], dessen Ruf unter dem Namen der Hölle, el Infierno de Masaya, schon im Anfang des 16ten Jahrhunderts weit verbreitet war und zu Berichten an Kaiser Carl V Anlaß gab, liegt zwischen den beiden Seen Nicaragua und Managua, südwestlich von dem reizenden Indianer-Dorfe Nindiri. Er bot Jahrhunderte lang dasselbe seltene Phänomen dar, das wir am Vulkan von Stromboli beschrieben haben. Man sah vom Kraterrande aus, in dem rothglühenden Schlunde, die von Dämpfen bewegten, auf- und niederschlagenden Wellen flüssiger Lava. Der spanische Geschichtsschreiber Gonzalez Fernando de Oviedo bestieg den Masaya zuerst im Juli 1529, und stellte Vergleichungen an

mit dem Veſuv, welchen er früher (1501) in Begleitung der Königinn von Neapel als ihr xefe de guardaropa beſucht hatte. Der Name Maſaya gehört der Chorotega-Sprache von Nicaragua an und bedeutet brennender Berg. Der Vulkan, von einem weiten Lavafelde (mal-pays) umgeben, das er wahrſcheinlich ſelbſt erzeugt hat, wurde damals zu der Berggruppe der „neun brennenden Maribios“ gezählt. In dem gewöhnlichen Zuſtande, ſagt Oviedo, ſteht die Oberfläche der Lava, auf welcher ſchwarze Schlacken ſchwimmen, mehrere hundert Fuß unter dem Kraterrande; bisweilen aber iſt die Aufwallung plötzlich ſo groß, daß die Lava faſt den oberen Rand erreicht. Das perpetuirliche Lichtphänomen wird, wie Oviedo ſich beſtimmt und ſcharfſinnig ausdrückt, nicht durch eine eigentliche Flamme [53], ſondern durch von unten erleuchteten Dampf verurſacht. Es ſoll von ſolcher Intenſität geweſen ſein, daß auf dem Wege vom Vulkan nach Granada, in mehr als drei leguas Entfernung, die Erleuchtung der Gegend faſt der des Vollmondes glich.

Acht Jahre nach Oviedo erſtieg den Vulkan der Dominicaner-Mönch Fray Blas del Caſtillo, welcher die alberne Meinung hegte, daß die flüſſige Lava im Krater flüſſiges Gold ſei, und ſich mit einem eben ſo habſüchtigen Franciſcaner-Mönche aus Flandern, Fray Juan de Gandavo, verband. Beide, die Leichtgläubigkeit der ſpaniſchen Ankömmlinge benutzend, ſtifteten eine Actien-Geſellſchaft, um auf gemeinſchaftliche Koſten das Metall zu erbeuten. Sie ſelbſt, ſetzt Oviedo ſatiriſch hinzu, erklärten ſich als Geiſtliche von allem pecuniären Zuſchuſſe befreit. Der Bericht, welchen über die Ausführung dieſes kühnen Unternehmens Fray Blas del Caſtillo (dieſelbe Perſon, die in den Schriften von Gomara, Benzoni und Herrera

Fray Blas de Jñeſta genannt wird) an den Biſchof von Castilla del Oro, Thomas de Berlenga, erſtattete, iſt erſt (1840) durch das Auffinden von Oviedo's Schrift über Nicaragua bekannt geworden. Fray Blas, der früher als Matroſe auf einem Schiffe gedient hatte, wollte die Methode nachahmen, mittelſt welcher, an Seilen über dem Meere hangend, die Einwohner der canariſchen Inſeln den Färbeſtoff der Orſeille (Lichen Roccella) an ſchroffen Felſen ſammeln. Es wurden Monate lang, oft geänderte Vorrichtungen getroffen, um vermittelſt eines Drehhaſpels und Krahns einen mehr als 30 Fuß langen Balken über dem tiefen Abgrund hervortreten zu laſſen. Der Dominicaner-Mönch, das Haupt mit einem eiſernen Helm bedeckt und ein Crucifix in der Hand, wurde mit drei anderen Mitgliedern der Aſſociation herabgelaſſen; ſie blieben eine ganze Nacht in dieſem Theil des feſten Kraterbodens, von dem aus ſie mit irdenen Gefäßen, die in einem eiſernen Keſſel ſtanden, vergebliche Verſuche zum Schöpfen des vermeinten flüſſigen Goldes machten. Um die Actionäre nicht abzuſchrecken, kamen ſie überein[54] zu ſagen, wenn ſie herausgezogen würden, ſie hätten große Reichthümer gefunden, und die Hölle (el Infierno) von Maſaya verdiente künftig el Paraiso de Masaya genannt zu werden. Die Operation wurde ſpäter mehrmals wiederholt, bis der Governador der nahen Stadt Granada Verdacht des Betruges oder gar einer Defraudation des Fiſcus ſchöpfte und „ferner ſich an Seilen in den Krater herabzulaſſen" verbot. Dies geſchah im Sommer 1538; aber 1551 erhielt dennoch wieder der Decan des Capitels von Leon, Juan Alvarez, die naive Erlaubniß von Madrid, „den Vulkan zu öffnen und das Gold zu gewinnen, welches er enthalte". So feſt ſtand der Volksglaube im 16ten Jahrhundert! Mußten

doch noch im Jahr 1822 in Neapel Monticelli und Covelli durch chemiſche Verſuche erweiſen, daß die am 28 October ausgeworfene Aſche des Veſuvs kein Gold enthalte![55]

Der Vulkan von Izalco, welcher an der Weſtküſte Central-Amerika's, 8 Meilen nördlich von San Salvador und öſtlich von dem Hafen von Sonſonate, liegt, iſt 11 Jahre ſpäter ausgebrochen als der Vulkan von Jorullo, tief im Inneren des mexicaniſchen Landes. Beide Ausbrüche geſchahen in einer cultivirten Ebene und nach mehrmonatlichen Erdbeben und unterirdiſchem Brüllen (bramidos). Es erhob ſich im Llano de Izalco ein coniſcher Hügel, und mit ſeiner Erhebung begann aus deſſen Gipfel ein Lava-Erguß am 23 Februar 1770. Was bei ſchnell zunehmender Höhe der Erhebung des Bodens, was der Aufhäufung von ausgeworfenen Schlacken, Aſche und Tuffmaſſen zuzuſchreiben ſei, bleibt bis jetzt unentſchieden; nur ſo viel iſt gewiß, daß ſeit dem erſten Ausbruch der neue Vulkan, ſtatt, wie der Jorullo, bald zu erlöſchen, in ununterbrochener Thätigkeit geblieben iſt und oft den Schiffern bei der Landung in der Bai von Acajutla als Leuchtthurm dient. Man zählt in der Stunde vier feurige Eruptionen, und die große Regelmäßigkeit des Phänomens hat die wenigen genauen Beobachter deſſelben in Erſtaunen geſetzt.[56] Die Stärke der Ausbrüche war wechſelnd, nicht aber die Zeit ihres jedesmaligen Eintretens. Die Höhe, welche der Vulkan von Izalco jetzt nach der letzten Eruption von 1825 erlangt hat, wird zu ohngefähr 1500 Fuß geſchätzt: faſt gleich der Höhe, die der Vulkan von Jorullo über der urſprünglichen cultivirten Ebene erreicht; aber faſt viermal höher als der Erhebungs-Krater (Monte Nuovo) in den phlegräiſchen Feldern, welchem Scacchi[57] nach genauer Meſſung 405 Fuß

giebt. Die permanente Thätigkeit des Vulkans von Izalco, welchen man lange als ein Sicherheits-Ventil für die Umgegend von San Salvador betrachtete, hat die Stadt doch nicht vor der völligen Zerstörung in der Osternacht dieses Jahres (1854) bewahrt.

Die capverdische Insel, welche sich zwischen S. Jago und Brava erhebt, hat früh von den Portugiesen den Namen Ilha do Fogo erhalten, weil sie, wie Stromboli, von 1680 bis 1713 ununterbrochen Feuer gab. Nach langer Ruhe entzündete sich der Vulkan dieser Insel von neuem im Sommer des Jahres 1798, kurz nach dem letzten Seiten-Ausbruch des Pics von Teneriffa im Krater von Chahorra, der irrig, als wäre er ein eigener Berg, der Vulkan von Chahorra genannt wird.

Der thätigste von allen Vulkanen Südamerika's, ja von allen, die ich hier einzeln aufgeführt habe, ist der Sangay: der auch Volcan de Macas genannt wird, weil die Reste dieser alten, in der ersten Zeit der Conquista volkreichen Stadt am Rio Upano nur 7 geographische Meilen südlicher liegen. Der colossale Berg, von 16068 Fuß Höhe, hat sich am östlichen Abhange der östlichen Cordillere erhoben: zwischen zwei Systemen von Zuflüssen des Amazonenstroms, denen des Pastaza und des Upano. Das große, unvergleichbare Feuerphänomen, das er jetzt darbietet, scheint erst im Jahr 1728 begonnen zu haben. Bei der astronomischen Gradmessung von Bouguer und La Condamine (1738 bis 1740) diente der Sangay als ein perpetuirliches Feuersignal.[58] Ich selbst hörte Monate lang im Jahr 1802, besonders am frühen Morgen, seinen Donner in Chillo, dem anmuthigen Landsitze des Marques de Selvalegre nahe bei Quito: wie ein

halbes Jahrhundert früher Don Jorge Juan die ronquidos del Sangay etwas weiter nordöſtlich, bei Pintac, am Fuß des Antiſana [59], vernommen hatte. In den Jahren 1842 und 1843, wo die Eruptionen mit dem meiſten Getöſe verbunden waren, hörte man daſſelbe deutlichſt nicht bloß im Hafen von Guayaquil, ſondern auch weiter ſüdlich längs der Südſee-Küſte, bis Payta und San Buenaventura: in einem Abſtande wie Berlin von Baſel, die Pyrenäen von Fontainebleau, oder London von Aberdeen. Wenn ſeit dem Anfang des jetzigen Jahrhunderts die Vulkane von Mexico, Neu-Granada, Quito, Bolivia und Chili von einigen Geognoſten beſucht worden ſind; iſt leider! der Sangay, der den Tungurahua an Höhe übertrifft, wegen ſeiner einſamen, von allen Communications-Wegen entfernten Lage, völlig vernachläſſigt geblieben. Erſt im December 1849 hat ihn ein kühner und kenntnißvoller Reiſender, Sebaſtian Wiſſe, nach einem fünfjährigen Aufenthalte in der Andeskette, beſtiegen; und iſt faſt bis zum äußerſten Gipfel des, mit Schnee bedeckten, ſteilen Kegels gelangt. Er hat ſowohl die ſo wunderbare Frequenz der Auswürfe genau chronometriſch beſtimmt, als auch die Beſchaffenheit des, auf einen ſo engen Raum eingeſchränkten, den Gneiß durchbrechenden Trachyts unterſucht. Es wurden [60], wie ſchon oben bemerkt, 267 Eruptionen in 1 Stunde gezählt: jede dauernd im Mittel 13″,4 und, was ſehr auffallend iſt, von keiner am Aſchenkegel bemerkbaren Erſchütterung begleitet. Das Ausgeworfene, in vielen Rauch von bald grauer, bald orangegelber Farbe gehüllt, iſt der größeren Maſſe nach ein Gemenge von ſchwarzer Aſche und Rapilli; aber theilweiſe ſind es auch Schlacken, die ſenkrecht aufſteigen, in kugliger Form und von einem Durchmeſſer von 15 bis 16 Zoll. In einem der ſtärkeren Auswürfe zählte

Wiſſe als gleichzeitig ausgeworfen doch nur 50 bis 60 glühende Steine. Sie fallen meiſt wieder in den Krater zurück; bisweilen bedecken ſie deſſen oberen Rand: oder gleiten bei Nacht, fern leuchtend, an einem Theil des Conus herab: was wahrſcheinlich in großer Ferne bei La Condamine zu der irrigen Meinung von „einem Erguß brennenden Schwefels und Erdpechs“ Veranlaſſung gab. Die Steine ſteigen einzeln nach einander auf, ſo daß die einen im Herabfallen begriffen ſind, während andere erſt den Krater verlaſſen. Durch genaue Zeitbeſtimmung wurde der ſichtbare Fallraum (alſo bis zum Kraterrande gerechnet) im Mittel nur zu 737 Fuß beſtimmt. Am Aetna gelangen die ausgeworfenen Steine, zufolge der Meſſungen von Sartorius v. Waltershauſen und dem Aſtronomen Dr. Chriſtian Peters, bis zu 2500 Fuß Höhe über den Kraterwänden. Gemellaro's Schätzungen während der Aetna-Eruption von 1832 gaben ſogar eine dreifach größere Höhe! Die ſchwarze ausgeworfene Aſche bildet am Abhange des Sangay und 3 Meilen im Umkreiſe drei- bis vierhundert Fuß dicke Schichten. Die Farbe der Aſche und der Rapilli giebt dem oberen Theil des Kegels einen furchtbar ernſten Charakter. Es iſt hier noch einmal auf die coloſſale Größe dieſes Vulkans, welche die des Stromboli ſechsmal übertrifft, die Aufmerkſamkeit zu richten: da dieſe Betrachtung dem abſoluten Glauben, daß die niederen Feuerberge immer die häufigſten Ausbrüche haben, kräftig entgegentritt.

Mehr noch als die Geſtalt und Höhe der Vulkane iſt ihre Gruppirung wichtig, weil ſie auf das große geologiſche Phänomen der Erhebung auf Spalten führt. Dieſe Gruppen, ſie mögen nach Leopold von Buch in Reihen oder um einen Central-Vulkan vereinigt aufgeſtiegen ſein, bezeichnen die

Theile der Erdrinde, wo der Ausbruch des geſchmolzenen Inneren, ſei es durch die mindere Dicke der Geſteinſchichten, ſei es durch ihre Naturbeſchaffenheit oder urſprüngliche Zerklüftung, minderen Widerſtand gefunden hat. Drei Breitengrade umfaßt der Raum, in dem die vulkaniſche Thätigkeit ſich furchtbar äußert im Aetna, in den Aeoliſchen Inſeln, im Veſuv, und dem Brandland (den phlegräiſchen Feldern), von Puteoli (Dicäarchia) an bis Cumä und bis zum feuerſpeienden Epopeus auf Iſchia, der tyrrheniſchen Affen-Inſel Aenaria. Ein ſolcher Zuſammenhang analoger Erſcheinungen konnte den Griechen nicht entgehen. Strabo ſagt: „Das ganze von Cumä beginnende Meer bis Sicilien iſt mit Feuer durchzogen, und hat in der Tiefe gewiſſe, unter einander und mit dem Feſtlande ſich in eins verbindende Hohlgänge.[61] Es zeigen ſich in ſolcher (entzündlicher) Natur, wie ihn Alle beſchreiben, nicht nur der Aetna, ſondern auch die Gegenden um Dicäarchia und Neapolis, um Bajä und Pithecuſä"; daraus entſtand die Fabel, daß Typhon unter Sicilien lagere und daß, wenn er ſich kehre, Flammen und Gewäſſer hervorbrechen, ja zuweilen auch kleine Eilande mit ſiedendem Waſſer. „Oftmals ſind zwiſchen Strongyle und Lipara (in dieſem weiten Bezirke) auf die Oberfläche des Meeres hervorbrechende Flammen geſehen worden, indem das Feuer aus den Höhlungen in der Tiefe ſich einen Durchgang öffnete und mit Gewalt nach außen hervordrang." Im Pindar[62] iſt der Körper des Typhon von ſolcher Ausdehnung, daß „Sicilien und die meerumgrenzten Höhen über Cumä (Phlegra, das Brandfeld, genannt) auf der zottigen Bruſt des Unthiers liegen".

So war Typhon (der tobende Enceladus) in der griechiſchen Volksphantaſie die mythiſche Bezeichnung der unbekannten,

tief im Inneren der Erde liegenden Urſach vulkaniſcher Erſcheinungen. Durch ſeine Lage und Raumausfüllung wurden angedeutet die Begrenzung und das Zuſammenwirken einzelner vulkaniſcher Syſteme. In dem phantaſiereichen geologiſchen Bilde des Erd-Innern, in der großen Weltanſchauung, welche Plato im Phädon aufſtellt (pag. 112—114), wird dies Zuſammenwirken noch kühner auf alle vulkaniſche Syſteme ausgedehnt. Die Lavaſtröme ſchöpfen ihr Material aus dem Pyriphlegethon, der, „nachdem er ſich oftmals unter der Erde umhergewälzt", in den Tartarus ſich ergießt. Plato ſagt ausdrücklich: „daß von dem Pyriphlegethon die feuerſpeienden Berge, wo ſich deren auf der Erde finden, kleine Theilchen heraufblaſen (*οὗτος δ' ἐστὶν ὃν ἐπονομάζουσι Πυριφλεγέθοντα, οὗ καὶ οἱ ῥύακες ἀποσπάσματα ἀναφυσῶσιν, ὅπῃ ἂν τύχωσι τῆς γῆς*)." Dieſer Ausdruck (pag. 113 B) des Herausſtoßens mit Heftigkeit deutet gewiſſermaßen auf die bewegende Kraft des, vorher eingeſchloßnen, dann plötzlich durchbrechenden Windes, auf welche ſpäter der Stagirite in der Meteorologie ſeine ganze Theorie der Vulcanicität gegründet hat.

Nach dieſen ſo uralten Anſichten ſind bei der Betrachtung des ganzen Erdkörpers die Reihen-Vulkane noch beſtimmter charakteriſirt als die Gruppirungen um einen Central-Vulkan. Am auffallendſten iſt die Reihung da, wo ſie von der Lage und Ausdehnung von Spalten abhängt, welche, meiſt unter einander parallel, große Landesſtrecken linear (cordillerenartig) durchſetzen. Wir finden ſo im Neuen Continent, um bloß die wichtigſten Reihen ſehr nahe an einander gedrängter Vulkane zu nennen, die von Central-Amerika ſammt ihrem Anſchluſſe an Mexico, von Neu-Granada und Quito, von Peru, Bolivia und Chili; im Alten

Continent die Sunda-Inſeln (den ſüd-indiſchen Archipel, beſonders Java), die Halbinſel Kamtſchatka und ihre Fortſetzung in den Kurilen; die Aleuten, welche das faſt geſchloſſene Berings-Meer ſüdlich begrenzen. Wir werden bei einigen der Hauptgruppen verweilen. Einzelheiten leiten durch ihre Zuſammenſtellung auf die Gründe der Erſcheinungen.

Die Reihen-Vulkane von Central-Amerika, nach älteren Benennungen die Vulkane von Coſta Rica, Nicaragua, San Salvador und Guatemala, erſtrecken ſich von dem Vulkan Turrialva bei Cartago bis zum Vulkan von Soconusco, durch ſechs Breitengrade, zwiſchen 10° 9′ und 16° 2′: in einer Linie, im ganzen von SO nach NW gerichtet, und mit den wenigen Krümmungen, die ſie erleidet, eine Länge von 135 geographiſchen Meilen einnehmend. Dieſe Länge iſt ohngefähr gleich der Entfernung vom Veſuv bis Prag. Am meiſten zuſammengedrängt, wie auf einer und derſelben, nur 16 Meilen langen Spalte ausgebrochen, ſind die 8 Vulkane, welche zwiſchen der Laguna de Managua und der Bai von Fonſeca liegen, zwiſchen dem Vulkan von Momotombo und dem von Conſeguina, deſſen unterirdiſches Getöſe in Jamaica und auf dem Hochlande von Bogota im Jahr 1835 wie Geſchützfeuer gehört wurde. In Central-Amerika und in dem ganzen ſüdlichen Theil des Neuen Continents, ja im allgemeinen von dem Archipel de los Chonos in Chili bis zu den nördlichſten Vulkanen Edgecombe auf der kleinen Inſel bei Sitka[63] und dem Eliasberg am Prinz William's Sund, in einer Länge von 1600 geogr. Meilen, ſind die vulkaniſchen Spalten überall in dem weſtlichen, dem Littoral der Südſee näheren Theile ausgebrochen. Wo die Reihe der Vulkane von Central-Amerika unter der geographiſchen Breite von 13°½ (nördlich vom Golf de Fonſeca) bei

dem Vulkan von Conchagua in den Staat von San Salvador eintritt, ändert ſich auf einmal mit der Richtung der Weſtküſte auch die der Vulkane. Die Reihe der letzteren ſtreicht dann OSO — WNW; ja wo die Feuerberge wieder ſo an einander gedrängt ſind, daß 5, noch mehr oder weniger-thätige in der geringen Länge von 30 Meilen gezählt werden, iſt die Richtung faſt ganz O—W. Dieſer Abweichung entſpricht eine große Anſchwellung des Continents gegen Oſten in der Halbinſel Honduras, wo die Küſte ebenfalls plötzlich vom Cap Gracias á Dios bis zum Golf von Amatique 75 Meilen lang genau von Oſt gegen Weſt ſtreicht, nachdem ſie vorher in derſelben Länge von Norden gegen Süden gerichtet war. In der Gruppe der hohen Vulkane von Guatemala (Br. 14° 10′) nimmt die Reihung wieder ihr altes Streichen N 45° W an, und ſetzt daſſelbe fort bis an die mericaniſche Grenze gegen Chiapa und den Iſthmus von Huaſacualco. Nordweſtlich vom Vulkan von Soconusco bis zu dem von Turtla iſt nicht einmal ein ausgebrannter Trachytkegel aufgefunden worden; es herrſchen dort quarzreicher Granit und Glimmerſchiefer.

Die Vulkane von Central-Amerika krönen nicht die nahen Gebirgsketten, ſie erheben ſich längs dem Fuße derſelben meiſt ganz von einander getrennt. An den beiden äußerſten Enden der Reihe liegen die größten Höhen. Gegen Süden, in Coſta Rica, ſind von dem Gipfel des Iraſu (des Vulkans von Cartago) beide Meere ſichtbar, wozu außer der Höhe (10395 F.) auch die mehr centrale Lage beiträgt. In Südoſt von Cartago ſtehen Berge von zehn- bis eilftauſend Fuß: der Chiriqui (10567 F.) und der Pico blanco (11013 F.). Man weiß nichts von ihrer Geſtein-Beſchaffenheit; wahrſcheinlich ſind es ungeöffnete Trachytkegel. Weiter nach SO hin verflachen

ſich die Höhen in Veragua bis zu ſechs- und fünftauſend Fuß. Dies ſcheint auch die mittlere Höhe der Vulkane von Nicaragua und San Salvador zu ſein; aber gegen das nordweſtliche Extrem der ganzen Reihe, unfern der Neuen Stadt Guatemala, erheben ſich wiederum zwei Vulkane bis über 12000 Fuß. Die Maxima fallen alſo, nach meinem obigen Verſuche hypſometriſcher Claſſification der Vulkane, in die dritte Gruppe, gleichkommend dem Aetna und Pic von Teneriffa, während die größere Zahl der Höhen, die zwiſchen beiden Extremen liegen, den Veſuv kaum um 2000 Fuß übertreffen. Die Vulkane von Mexico, Neu-Granada und Quito gehören zur fünften Gruppe und erreichen meiſt über 16000 Fuß.

Wenn auch der Continent von Central-Amerika vom Iſthmus von Panama an durch Veragua, Coſta Rica und Nicaragua bis zum Parallelkreiſe von 11° ½ an Breite beträchtlich zunimmt; ſo veranlaßt doch gerade in dieſer Gegend das große Areal des Sees von Nicaragua und die geringe Höhe ſeines Spiegels (kaum 120 Pariſer Fuß[64] über beiden Meeren) eine ſolche Landes-Erniedrigung, daß aus derſelben eine oft den Seefahrern im ſogenannten ſtillen Meer gefahrbringende Luft-Ueberſtrömung vom antilliſchen Meere in die Südſee verurſacht wird. Die ſo erregten Nordoſt-Stürme werden mit dem Namen der Papagayos belegt, und wüthen bisweilen ununterbrochen 4 bis 5 Tage. Sie haben die große Merkwürdigkeit, daß gewöhnlich der Himmel dabei ganz wolkenlos bleibt. Der Name iſt dem Theil der Weſtküſte von Nicaragua zwiſchen Brito oder Cabo Desolado und Punta S. Elena (von 11° 22′ bis 10° 50′) entlehnt, welcher Golfo del Papagayo heißt und ſüdlich vom Puerto de San Juan del Sur die kleinen Baien von Salinas und S. Elena einſchließt. Ich habe auf der Schiff-

fahrt von Guayaquil nach Acapulco über zwei volle Tage (9—11 März 1803) die Papagayos in ihrer ganzen Stärke und Eigenthümlichkeit, aber schon etwas südlicher, in weniger als 9° 13′ Breite, beobachten können. Die Wellen gingen höher, als ich sie je gesehen; und die beständige Sichtbarkeit der Sonnenscheibe am heitersten, blauen Himmelsgewölbe machte es mir möglich die Höhe der Wellen durch Sonnenhöhen, auf dem Rücken der Wellen und in der Tiefe genommen, nach einer damals noch nicht versuchten Methode zu messen. Alle spanische, englische[65] und amerikanische Seefahrer schreiben dem atlantischen Nordost-Passate die hier beschriebenen Stürme der Südsee zu.

In einer neuen Arbeit[66], die ich mit vielem Fleiße, theils nach den bis jetzt veröffentlichten Materialien, theils nach handschriftlichen Notizen, über die Reihen-Vulkane von Central-Amerika unternommen habe, sind 29 Vulkane aufgezählt, deren vormalige oder jetzige Thätigkeit in verschiedenen Graden mit Sicherheit angegeben werden kann. Die Eingeborenen führen eine um mehr als ⅓ größere Zahl auf, und bringen dabei eine Menge von alten Ausbruch-Becken in Anschlag, welche vielleicht nur Seiten-Eruptionen am Abhange eines und desselben Vulkans waren. Unter den isolirten Kegel- und Glockenbergen, die man dort Vulkane nennt, mögen allerdings viele aus Trachyt oder Dolerit bestehen, aber, von je her ungeöffnet, seit ihrer Hebung nie eine feurige Thätigkeit gezeigt haben. Als entzündet sind jetzt zu betrachten achtzehn: von denen Flammen, Schlacken und Lavaströme ausstießen in diesem Jahrhundert (1825, 1835, 1848 und 1850) sieben; und aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts (1775 und 1799) zwei.[67] Der Mangel von Lavaströmen in den mächtigen

Vulkanen der Cordilleren von Quito hat in neuerer Zeit mehrmals zu der Behauptung Anlaß gegeben, als ſei dieſer Mangel eben ſo allgemein in den Vulkanen von Central-Amerika. Allerdings ſind, der Mehrzahl nach, Schlacken- und Aſchen-Ausbrüche von keinem Erguß von Lava begleitet geweſen, wie z. B. jetzt in dem Vulkan von Izalco; aber die Beſchreibungen, welche Augenzeugen von den lava-ergießenden Ausbrüchen der vier Vulkane Nindiri, el Nuevo, Conſeguina und San Miguel de Boſotlan gegeben haben, ſprechen dagegen.[68]

Ich habe abſichtlich bei den Einzelheiten der Lage und der dichten Zuſammendrängung der Reihen-Vulkane von Central-Amerika lange verweilt: in der Hoffnung, daß endlich einmal ein Geognoſt, der vorher europäiſche thätige Vulkane und die ausgebrannten der Auvergne, oder des Vivarais, oder der Eifel gründlich beobachtet hat, auch (was von der größten Wichtigkeit iſt) die petrographiſche Zuſammenſetzung der Gebirgsarten nach den Erforderniſſen des jetzigen Zuſtandes unſerer mineralogiſchen Kenntniſſe zu beſchreiben weiß, ſich angeregt fühlen möchte dieſe ſo nahe und zugängliche Gegend zu beſuchen. Vieles iſt hier noch zu thun übrig, wenn der Reiſende ſich ausſchließlich geognoſtiſchen Unterſuchungen widmet: beſonders der oryctognoſtiſchen Beſtimmung der trachytiſchen, doleritiſchen und melaphyriſchen Gebirgsarten; der Sonderung des urſprünglich Gehobenen und des Theils der gehobenen Maſſe, welcher durch ſpätere Ausbrüche überſchüttet worden iſt; der Aufſuchung und Erkennung von wirklichen, ſchmalen, ununterbrochenen Lavaſtrömen, die nur zu oft mit Anhäufungen ausgeworfener Schlacken verwechſelt werden. Nie geöffnete Kegelberge, in Dom- und Glockenform aufſteigend, wie der Chimborazo, ſind dann von vormals oder jetzt noch thätigen,

Schlacken und Lavaſtröme, wie Veſuv und Aetna, oder Schlacken und Aſche allein, wie Pichincha und Cotopari, ausſtoßenden Vulkanen ſcharf zu trennen. Ich wüßte nicht, was unſerer Kenntniß vulkaniſcher Thätigkeit, der es ſo ſehr noch an Mannigfaltigkeit des Beobachteten auf großen und zuſammenhangenden Continental-Räumen gebricht, einen glänzenderen Fortſchritt verheißen könnte. Würden dann, als materielle Früchte ſolch einer großen Arbeit, Gebirgsſammlungen von vielen iſolirten wirklichen Vulkanen und ungeöffneten Trachytkegeln, ſammt den unvulkaniſchen Maſſen, welche von beiden durchbrochen worden ſind, heimgebracht; ſo wäre der nachfolgenden chemiſchen Analyſe und den chemiſch-geologiſchen Folgerungen, welche die Analyſe veranlaßt, ein eben ſo weites als fruchtbares Feld geöffnet. Central-Amerika und Java haben vor Mexico, Quito und Chili den unverkennbaren Vorzug, in einem größeren Raume die vielgeſtaltetſten und am meiſten zuſammengedrängten Gerüſte vulkaniſcher Thätigkeit aufzuweiſen.

Da, wo mit dem Vulkan von Soconusco (Br. 16° 2′) an der Grenze von Chiapa die ſo charakteriſtiſche Reihe der Vulkane von Central-Amerika endet, fängt ein ganz verſchiedenes Syſtem von Vulkanen, das mexicaniſche, an. Die, für den Handel mit der Südſee-Küſte ſo wichtige Landenge von Huaſacualco und Tehuantepec iſt, wie der nordweſtlicher gelegene Staat von Oaxaca, ganz ohne Vulkane, vielleicht auch ohne ungeöffnete Trachytkegel. Erſt in 40 Meilen Entfernung vom Vulkan von Soconusco erhebt ſich nahe an der Küſte von Alvarado der kleine Vulkan von Turtla (Br. 18° 28′). Am öſtlichen Abfall der Sierra de San Martin gelegen, hat er einen großen Flammen- und Aſchen-Ausbruch am 2 März 1793 gehabt. Eine genaue aſtronomiſche Ortsbeſtimmung

der coloſſalen Schneeberge und Vulkane im Inneren von Mexico (dem alten Anahuac) hat mich erſt nach meiner Rückkehr nach Europa, beim Eintragen der Maxima der Höhen in meine große Karte von Neu-Spanien, zu dem überaus merkwürdigen Reſultate geführt: daß es dort, von Meer zu Meer, einen Parallel der Vulkane und größten Höhen giebt, der um wenige Minuten um den Parallel von 19° oſcillirt. Die einzigen Vulkane und zugleich die einzigen mit ewigem Schnee bedeckten Berge des Landes, alſo Höhen, welche eilf- bis zwölftauſend Fuß überſteigen: die Vulkane von Orizaba, Popocatepetl, Toluca und Colima; liegen zwiſchen den Breitengraden von 18° 59′ und 19° 20′, und bezeichnen gleichſam die Richtung einer Spalte vulkaniſcher Thätigkeit von 90 Meilen Länge.[69] In derſelben Richtung (Br. 19° 9′), zwiſchen den Vulkanen von Toluca und Colima, von beiden 29 und 32 geogr. Meilen entfernt, hat ſich in einer weiten Hochebene von 2424 Fuß am 14 September 1759 der neue Vulkan von Jorullo (4002 Fuß) erhoben. Die Oertlichkeit dieſer Erſcheinung im Verhältniß zu der Lage der anderen mexicaniſchen Vulkane, und der Umſtand, daß die oſtweſtliche Spalte, welche ich hier bezeichne, faſt rechtwinklig die Richtung der großen, von Süd-Süd-Oſt nach Nord-Nord-Weſt ſtreichenden Gebirgskette durchſchneidet: ſind geologiſche Erſcheinungen von eben ſo wichtiger Art, als es ſind die Entfernung des Ausbruchs des Jorullo von den Meeren; die Zeugniſſe ſeiner Hebung, welche ich umſtändlich graphiſch dargeſtellt; die zahlloſen dampfenden hornitos, die den Vulkan umgeben; die Granitſtücke, welche, in einer weit umher granitleeren Umgebung, ich dem Lava-Erguß des Hauptvulkans von Jorullo eingebacken gefunden habe.

Folgende Tabelle enthält die speciellen Ortsbestimmungen und Höhen der Vulkan-Reihe von Anahuac auf einer Spalte, welche von Meer zu Meer die Erhebungsspalte des großen Gebirgszuges durchschneidet:

Folge von O — W	geogr. Breite	Höhen über dem Meere in Toisen
Vulkan von Orizaba	19° 2′ 17″	2796′
Nevado Iztaccihuatl	19° 10′ 3″	2456′
Vulkan Popocatepetl	18° 59′ 47″	2772′
Vulkan von Toluca	19° 11′ 33″	2372′
Vulkan von Jorullo	19° 9′ 0″	667′
Vulkan von Colima	19° 20′ 0″	1877′

Die Verlängerung des Parallels vulkanischer Thätigkeit in der Tropenzone von Mexico führt in 110 Meilen westlicher Entfernung von den Südsee-Küsten nach der Inselgruppe Revillagigedo, in deren Nähe Collnet hat Bimsstein schwimmen sehen; vielleicht noch weiter hin, in 840 Meilen Entfernung, zu dem großen Vulkan Mauna Roa (19° 28′), ohne dazwischen irgend eine Erhebung von Inseln veranlaßt zu haben!

Die Gruppe der Reihen-Vulkane von Quito und Neu-Granada begreift eine vulkanische Zone, welche sich von 2° südlicher bis fast 5° nördlicher Breite erstreckt. Die äußersten Grenzen des Areals, in welchem jetzt sich die Reaction des Erd-Inneren gegen die Oberfläche offenbart, sind der ununterbrochen thätige Sangay, und der Paramo und Volcan de

Ruiz, deſſen neueſte Wiederentzündung vom Jahr 1829 war, und den Carl Degenhardt 1831 von der Mina de Santana in der Provinz Mariquita und 1833 von Marmato aus hat rauchen ſehen. Die merkwürdigſten Spuren großer Ausbruch-Phänomene zeigen von Norden gegen Süden nächſt dem Ruiz: der abgeſtumpfte Kegel des Vulkans von Tolima (17010 F.), berühmt durch das Andenken an die verheerende Eruption vom 12 März 1595; die Vulkane von Puracé (15957 F.) und Sotara bei Popayan; von Paſto (12620 F.) bei der Stadt gleiches Namens, vom Monte de Azufre (12030 F.) bei Tuquerres, von Cumbal (14654 F.) und von Chiles in der Provincia de los Pastos; dann folgen die hiſtoriſch berühmteren Vulkane des eigentlichen Hochlandes von Quito, ſüdlich vom Aequator, deren vier: Pichincha, Cotopari, Tungurahua und Sangay, mit Sicherheit als nicht erloſchene Vulkane betrachtet werden können. Wenn nördlich von dem Bergknoten der Robles, bei Popayan, wie wir bald näher entwickeln werden, in der Dreitheilung der mächtigen Andeskette nur die mittlere Cordillere und nicht die, der Seeküſte nähere, weſtliche, eine vulkaniſche Thätigkeit zeigt; ſo ſind dagegen ſüdlich von jenem Bergknoten, wo die Andes nur zwei, von Bouguer und La Condamine in ihren Schriften ſo oft erwähnte, parallele Ketten bilden, Feuerberge ſo gleichmäßig vertheilt, daß die vier Vulkane der Paſtos, wie Cotocachi, Pichincha, Iliniza, Carguairazo und Yana-Urcu, am Fuß des Chimborazo, auf der weſtlichen, dem Meere näheren: und Imbabura, Cayambe, Antiſana, Cotopari, Tungurahua (dem Chimborazo öſtlich gegenüber, doch der Mitte der ſchmalen Hochebene nahe gerückt), der Altar de los Collanes (Capac-Urcu) und Sangay auf der öſtlichen Cordillere

ausgebrochen ſind. Wenn man die nördlichſte Gruppe der Reihen-Vulkane von Südamerika in einem Blicke zuſammenfaßt, ſo gewinnt allerdings die, in Quito oft ausgeſprochene und durch hiſtoriſche Nachrichten einigermaßen begründete Meinung von der Wanderung der vulkaniſchen Thätigkeit und Intenſitäts-Zunahme von Norden nach Süden einen gewiſſen Grad der Wahrſcheinlichkeit. Freilich finden wir im Süden, und zwar neben dem wie Stromboli wirkenden Coloſſe Sangay, die Trümmer des „Fürſten der Berge", Capac-Urcu: welcher den Chimborazo an Höhe übertroffen haben ſoll, aber in den letzten Decennien des funfzehnten Jahrhunderts (14 Jahre vor der Eroberung von Quito durch den Sohn des Inca Tupac Yupanqui) einſtürzte, verloſch und ſeitdem nicht wieder entbrannte.

Der Raum der Andeskette, welchen die Gruppen der Vulkane nicht bedecken, iſt weit größer, als man gewöhnlich glaubt. In dem nördlichen Theile von Südamerika findet ſich von dem Volcan de Ruiz und dem Kegelberge Tolima, den beiden nördlichſten Vulkanen der Vulkan-Reihe von Neu-Granada und Quito, an bis über den Iſthmus von Panama gegen Coſta Rica hin, wo die Vulkan-Reihe von Central-Amerika beginnt, ein von Erdſtößen oft und mächtig erſchüttertes Land, in welchem flammengebende Salſen, aber keine ächt vulkaniſche Eruptionen bekannt ſind. Die Länge dieſes Landes beträgt 157 geogr. Meilen. Faſt zwiefach ſo lang (242 Meilen einnehmend) iſt eine vulkanleere Strecke vom Sangay, dem ſüdlichen Endpunkte der Gruppe von Neu-Granada und Quito, bis zum Chacani bei Arequipa, dem Anfang der Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia. So verwickelt und verſchiedenartig muß in derſelben Gebirgskette das Zuſammentreffen der Verhältniſſe geweſen ſein, von welchen die

Bildung permanent offen bleibender Spalten und der ungehinderte Verkehr des geſchmolzenen Erd-Inneren mit dem Luftkreiſe abhangen. Zwiſchen den Gruppen von trachyt- und doleritartigem Geſtein, durch welche die vulkaniſchen Kräfte thätig werden, liegen etwas kürzere Strecken, in denen herrſchen: Granit, Syenit, Glimmerſchiefer, Thonſchiefer, Quarzporphyre, kieſelartige Conglomerate und ſolche Kalkſteine, von denen ein beträchtlicher Theil (nach Leopolds von Buch ſcharfſinniger Unterſuchung der von mir und Degenhardt heimgebrachten organiſchen Reſte) zur Kreide-Formation gehört. Das allmälige Häufiger-Werden von labradoriſchen, pyroxen- und oligoklasreichen Gebirgsarten verkündigt dem aufmerkſamen Reiſenden, wie ich ſchon an einem anderen Orte gezeigt habe, den Uebergang einer, bis dahin in ſich abgeſchloſſenen, unvulkaniſchen, und in quarzloſen Porphyren, voll glaſigen Feldſpaths, oft ſehr ſilberreichen Zone in die noch frei mit dem Inneren des Erdkörpers communicirenden vulkaniſchen Regionen.

Die genauere Kenntniß von der Lage und den Grenzen der 5 Gruppen von Vulkanen (den Gruppen von Anahuac oder des tropiſchen Mexico's, von Central-Amerika, von Neu-Granada und Quito, von Peru und Bolivia, und von Chili), zu der wir in der neueſten Zeit gelangt ſind, lehrt uns, daß in dem Theil der Cordilleren, welcher ſich von 19° ¼ nördlicher bis 46° ſüdlicher Breite erſtreckt: alſo, die durch eine veränderte Achſenrichtung verurſachten Krümmungen mit eingerechnet, in einer Länge von faſt 1300 geographiſchen Meilen; unbedeutend mehr ^{70} als die Hälfte (die Rechnung giebt 635 gegen 607 Meilen) mit Vulkanen bedeckt iſt. Betrachtet man die Vertheilung des vulkanleeren Raumes zwiſchen die 5 Vulkan-Gruppen, ſo findet man das Maximum

des Abstandes zweier Gruppen von einander bei den Vulkanreihen von Quito und Peru. Es ist derselbe volle 240 Meilen, während die am meisten einander genäherten Gruppen die erste und zweite, die von Mexico und Central-Amerika, sind. Die 4 Zwischenräume zwischen den 5 Gruppen entsprechen den Meilenzahlen 75, 157, 240, 135. Der große Abstand, welchen der südlichste Vulkan Quito's von dem nördlichsten Peru's darbietet, ist auf den ersten Anblick um so auffallender, als man nach altem Gebrauch die Gradmessung auf dem Hochlande von Quito die peruanische zu nennen pflegte. Nur der kleinere südliche Theil der Andeskette von Peru ist vulkanisch. Die Zahl der Vulkane ist zufolge der Listen, welche ich nach sorgfältiger Discussion der neuesten Materialien angefertigt habe, in allgemeiner Uebersicht folgende:

Namen der fünf Gruppen von Reihen-Vulkanen des Neuen Continents von 19° 25′ nördlicher bis 46° 8′ südlicher Breite	Zahl der Vulkane, welche jede Gruppe umfaßt	Zahl der Vulkane, welche noch als entzündet zu betrachten sind
Gruppe von Mexico [71]	6	4
Gruppe von Central-Amerika [72]	29	18
Gruppe von Neu-Granada und Quito [73]	18	10
Gruppe von Peru und Bolivia [74]	14	3
Gruppe von Chili [75]	24	13

Nach diesen Angaben ist die Summe der Vulkane in den fünf amerikanischen Gruppen 91, von denen 56 dem Continent von Südamerika angehören. Ich zähle als Vulkane auf, außer

denen, welche noch gegenwärtig entzündet und thätig ſind, auch diejenigen vulkaniſchen Gerüſte, deren alte Ausbrüche einer hiſtoriſchen Zeit angehören, oder deren Bau und Eruptions-Maſſen (Erhebungs- und Auswurfs-Krater, Laven, Schlacken, Bimsſteine und Obſidiane) ſie jenſeits aller Tradition als längſt erloſchene Feuerberge charakteriſiren. Ungeöffnete Trachytkegel und Dome oder ungeöffnete lange Trachytrücken, wie der Chimborazo und Iztaccihuatl, ſind ausgeſchloſſen. Dieſen Sinn haben auch Leopold von Buch, Charles Darwin und Friedrich Naumann dem Worte Vulkan in ihren geographiſchen Aufzählungen gegeben. Noch entzündete Vulkane nenne ich ſolche, welche, in großer Nähe geſehen, noch Zeichen ihrer Thätigkeit in hohem oder geringem Grade darbieten; theilweiſe auch in neuerer Zeit große, hiſtoriſch bekannte Ausbrüche gezeigt haben. Der Beiſatz „in großer Nähe geſehen" iſt ſehr wichtig, da vielen Vulkanen die noch beſtehende Thätigkeit abgeſprochen wird, weil, aus der Ebene beobachtet, die dünnen Dämpfe, welche in bedeutender Höhe aus dem Krater aufſteigen, dem Auge unſichtbar bleiben. Wurde nicht zur Zeit meiner amerikaniſchen Reiſe geläugnet, daß Pichincha und der große Vulkan von Merico (Popocatepetl) entzündet ſeien! da doch ein unternehmender Reiſender, Sebaſtian Wiſſe [76], im Krater des Pichincha um den großen thätigen Auswurfskegel noch 70 entzündete Mündungen (Fumarolen) zählte, und ich am Fuß des Popocatepetl in dem Malpais del Llano de Tetimpa, in welchem ich eine Grundlinie zu meſſen hatte, Zeuge [77] eines höchſt deutlichen Aſchenauswurfs des Vulkans wurde.

In der Reihenfolge der Vulkane von Neu-Granada und Quito, welche in 18 Vulkanen noch 10 entzündete umfaßt und ohngefähr die doppelte Länge der Pyrenäen hat, kann man

von Norden nach Süden als vier kleinere Gruppen oder Unterabtheilungen bezeichnen: den Paramo de Ruiz und den nahen Vulkan von Tolima (Br. nach Acosta 4° 55′ N.); Puracé und Sotará bei Popayan (Br. 2°¼); die Volcanes de Pasto, Tuquerres und Cumbal (Br. 2° 20′ bis 0° 50′); die Reihe der Vulkane von Pichincha bei Quito bis zu dem ununterbrochen thätigen Sangay (Aequator bis 2° südlicher Breite). Diese letzte Unterabtheilung der ganzen Gruppe ist unter den Vulkanen der Neuen Welt weder besonders auffallend durch ihre große Länge, noch durch die Gedrängtheit ihrer Reihung. Man weiß jetzt, daß sie auch nicht die höchsten Gipfel einschließt; denn der Aconcagua in Chili (Br. 32° 39′), von 21584 F. nach Kellet, von 22434 F. nach Fitz-Roy und Pentland: wie die Nevados von Sahama (20970 F.) Parinacota (20670 F.), Gualateiri (20604 F.) und Pomarape (20360 F.), alle vier zwischen 18° 7′ und 18° 25′ südlicher Breite: werden für höher gehalten als der Chimborazo (20100 F.). Dennoch genießen die Vulkane von Quito unter allen Vulkanen des Neuen Continents den am weitesten verbreiteten Ruf; denn an jene Berge der Andeskette, an jenes Hochland von Quito ist das Andenken mühevoller, nach wichtigen Zwecken strebender, astronomischer, geodätischer, optischer, barometrischer Arbeiten geknüpft: das Andenken an zwei glänzende Namen, Bouguer und La Condamine! Wo geistige Beziehungen walten, wo eine Fülle von Ideen angeregt wird, welche gleichzeitig zur Erweiterung mehrerer Wissenschaften geführt haben, bleibt gleichsam örtlich der Ruhm auf lange gefesselt. So ist er auch vorzugsweise in den schweizer Alpen dem Montblanc geblieben: nicht wegen seiner Höhe, welche die des Monte Rosa nur um 523 Fuß übertrifft; nicht wegen der

überwundenen Gefahr seiner Ersteigung: sondern wegen des Werthes und der Mannigfaltigkeit physikalischer und geologischer Ansichten, welche Saussure's Namen und das Feld seiner rastlosen Arbeitsamkeit verherrlichen. Die Natur erscheint da am größten, wo neben dem sinnlichen Eindruck sie sich auch in der Tiefe des Gedankens reflectirt.

Die Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia, noch ganz der Aequinoctial-Zone angehörig und nach Pentland erst bei 15900 Fuß Höhe mit ewigem Schnee bedeckt (Darwin, Journal 1845 p. 244), erreicht ohngefähr in der Mitte ihrer Länge, in der Sahama-Gruppe, das Maximum ihrer Erhebung (20970 F.), zwischen 18° 7′ und 18° 25′ südlicher Breite. Dort erscheint bei Arica eine sonderbare busenförmige Einbiegung des Gestades, welcher eine plötzliche Veränderung in der Achsenrichtung der Andeskette und der ihr westlich vorliegenden Vulkan-Reihe entspricht. Von da gegen Süden streicht das Littoral, und zugleich die vulkanische Spalte, nicht mehr von Südost in Nordwest, sondern in der Richtung des Meridians: einer Richtung, die sich bis nahe dem westlichen Eingange der Magellanischen Meerenge, auf einer Länge von mehr als fünfhundert geographischen Meilen, erhält. Ein Blick auf die von mir im Jahr 1831 herausgegebene Karte der Verzweigungen und Bergknoten der Andeskette bietet noch viele andere ähnliche Uebereinstimmungen zwischen dem Umriß des Neuen Continents und den nahen oder fernen Cordilleren dar. So richten sich zwischen den Vorgebirgen Aguja und San Lorenzo (5° ½ bis 1° südlicher Breite) beide, das Littoral der Südsee und die Cordilleren, von Süd nach Nord, nachdem sie so lange zwischen den Parallelen von Arica und Caramarca von Südost nach Nordwest gerichtet waren; so laufen

Littoral und Cordilleren vom Bergknoten des Imbaburu bei Quito bis zu dem de los Robles [78] bei Popayan gar von Südweſt in Nordoſt. Ueber den geologiſchen Cauſalzuſammenhang dieſer ſich ſo vielfach offenbarenden Uebereinſtimmung der Contour-Formen der Continente mit der Richtung naher Gebirgsketten (Südamerika, Alleghanys, Norwegen, Apenninen) ſcheint es ſchwer zu entſcheiden.

Wenn auch gegenwärtig in den Vulkan-Reihen von Bolivia und Chili der, der Südſee nähere, weſtliche Zweig der Andeskette die meiſten Spuren noch dauernder vulkaniſcher Thätigkeit aufweiſt; ſo hat ein ſehr erfahrener Beobachter, Pentland, doch auch am Fuß der öſtlichen, von der Meeresküſte über 45 geogr. Meilen entfernten Kette einen völlig erhaltenen, aber ausgebrannten Krater mit unverkennbaren Lavaſtrömen aufgefunden. Es liegt derſelbe auf dem Gipfel eines Kegelberges bei San Pedro de Cacha im Thal von Yucay, in faſt 11300 Fuß Höhe (Br. 14° 8′, Länge 73° 40′): ſüdöſtlich von Cuzco, wo die öſtliche Schneekette von Apolobamba, Carabaya und Vilcanoto ſich von SO nach NW hinzieht. Dieſer merkwürdige Punkt [79] iſt durch die Ruinen eines berühmten Tempels des Inca Viracocha bezeichnet. Die Meeresferne des alten, lavagebenden Vulkans iſt weit größer als die des Sangay, der ebenfalls einer öſtlichen Cordillere zugehört; größer als die des Orizaba und Jorullo.

Eine vulkanleere Strecke von 135 Meilen Länge ſcheidet die Vulkan-Reihe Peru's und Bolivia's von der von Chili. Das iſt der Abſtand des Ausbruchs in der Wüſte von Atacama von dem Vulkan von Coquimbo. Schon 2° 34′ ſüdlicher erreicht, wie früher bemerkt, im Vulkan Aconcagua (21584 F.) die Gruppe der Vulkane von Chili das Maximum

ihrer Höhe, welches nach unſren jetzigen Kenntniſſen zugleich auch das Maximum aller Gipfel des Neuen Continents iſt. Die mittlere Höhe der Sahama-Gruppe iſt 20650 Fuß, alſo 550 Fuß höher als der Chimborazo. Dann folgen in ſchnell abnehmender Höhe: Cotopari, Arequipa (?) und Tolima zwiſchen 17712 und 17010 Fuß Höhe. Ich gebe ſcheinbar in ſehr genauen Zahlen, unverändert, Reſultate von Meſſungen an, welche ihrer Natur nach leider! aus trigonometriſchen und barometriſchen Beſtimmungen zuſammengeſetzt ſind: weil auf dieſe Weiſe am meiſten zur Wiederholung der Meſſungen und Correction der Reſultate angeregt wird. In der Reihe der Vulkane Chili's, deren ich 24 aufgeführt habe, ſind leider ſehr wenige und meiſt nur die ſüdlichen, niedrigeren, zwiſchen den Parallelen von 37° 20′ bis 43° 40′, von Antuco bis Yantales, hypſometriſch beſtimmt. Es haben dieſelben die unbeträchtlichen Höhen von ſechs- bis achttauſend Fuß. Auch in der Tierra del Fuego ſelbſt erhebt ſich der mit ewigem Schnee bedeckte Gipfel des Sarmiento nach Fitz-Roy nur bis 6400 Fuß. Vom Vulkan von Coquimbo bis zu dem Vulkan San Clemente zählt man 242 Meilen.

Ueber die Thätigkeit der Vulkane von Chili haben wir die wichtigen Zeugniſſe von Charles Darwin[80]: der den Oſorno, Corcovado und Aconcagua ſehr beſtimmt als entzündet aufführt; die Zeugniſſe von Meyen, Pöppig und Gay: welche den Maipu, Antuco und Peteroa beſtiegen; die von Domeyko, dem Aſtronomen Gilliß und Major Philippi. Man möchte die Zahl der entzündeten Krater auf dreizehn ſetzen: nur fünf weniger als in der Gruppe von Central-Amerika.

Von den 5 Gruppen der Reihen-Vulkane des Neuen Continents, welche nach aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen

und meiſt auch hypſometriſch in Lage und Höhe haben angegeben werden können, wenden wir uns nun zu dem Alten Continent, in dem, ganz im Gegenſatz mit dem Neuen, die größere Zahl zuſammengedrängter Vulkane nicht dem feſten Lande, ſondern den Inſeln angehört. Es liegen die meiſten europäiſchen Vulkane im mittelländiſchen Meere, und zwar (wenn man den großen, mehrfach thätigen Krater zwiſchen Thera, Therafia und Aſproniſi mitrechnet) in dem tyrrheniſchen und ägäiſchen Theile; es liegen in Aſien die mächtigſten Vulkane auf den Großen und Kleinen Sunda-Inſeln, den Molukken, den Philippinen; in den Archipelen von Japan, der Kurilen und der Aleuten im Süden und Oſten des Continents.

In keiner anderen Region der Erdoberfläche zeigen ſich ſo häufige und ſo friſche Spuren des regen Verkehrs zwiſchen dem Inneren und dem Aeußeren unſeres Planeten als auf dem engen Raume von kaum 800 geographiſchen Quadratmeilen zwiſchen den Parallelen von 10° ſüdlicher und 14° nördlicher Breite, wie zwiſchen den Meridianen der Südſpitze von Malacca und der Weſtſpitze der Papua-Halbinſel von Neu-Guinea. Das Areal dieſer vulkaniſchen Inſelwelt erreicht kaum die Größe der Schweiz, und wird beſpült von der Sunda-, Banda-, Solo- und Mindoro-See. Die einzige Inſel Java enthält noch jetzt eine größere Zahl entzündeter Vulkane als die ganze ſüdliche Hälfte von Amerika, wenn gleich dieſe Inſel nur 136 geographiſche Meilen lang iſt, d. i. nur $\frac{1}{7}$ der Länge von Südamerika hat. Ein neues, langerwartetes Licht über die geognoſtiſche Beſchaffenheit von Java iſt (nach früheren, ſehr unvollſtändigen, aber verdienſtlichen Arbeiten von Horsfield, Sir Thomas Stamford Raffles und Reinwardt) durch einen kenntnißvollen, kühnen und unermüdet thätigen Naturforſcher,

Franz Junghuhn, neuerdings verbreitet worden. Nach einem mehr als zwölfjährigen Aufenthalte hat er in einem lehrreichen Werke: Java, seine Gestalt und Pflanzendecke und innere Bauart, die ganze Naturgeschichte des Landes umfaßt. Ueber 400 Höhen wurden barometrisch mit Sorgfalt gemessen; die vulkanischen Kegel- und Glockenberge, 45 an der Zahl, in Profilen dargestellt und bis auf drei[81] alle von Junghuhn erstiegen. Ueber die Hälfte, wenigstens 28, wurden als noch entzündet und thätig erkannt; ihre merkwürdigen und so verschiedenen Reliefformen mit ausgezeichneter Klarheit beschrieben, ja in die erreichbare Geschichte ihrer Ausbrüche eingedrungen. Nicht minder wichtig als die vulkanischen Erscheinungen von Java sind die dortigen Sediment-Formationen tertiärer Bildung, die vor der eben genannten ausführlichen Arbeit uns vollkommen unbekannt waren und doch $^3/_5$ des ganzen Areals der Insel, besonders in dem südlichen Theile, bedecken. In vielen Gegenden von Java finden sich als Reste ehemaliger weitverbreiteter Wälder drei bis sieben Fuß lange Bruchstücke von verkieselten Baumstämmen, die allein den Dicotyledonen angehören. Für ein Land, in welchem jetzt eine Fülle Palmen und Baumfarren wachsen, ist dies um so merkwürdiger, als im miocenen Tertiär-Gebirge der Braunkohlen-Formation von Europa, da, wo jetzt baumstämmige Monocotyledonen nicht mehr gedeihen, nicht selten fossile Palmen angetroffen werden.[82] Durch das fleißige Sammeln von Blatt-Abdrücken und versteinerten Hölzern hat Junghuhn Gelegenheit dargeboten, daß die nach seiner Sammlung von Göppert scharfsinnig bearbeitete vorweltliche Flora von Java als das erste Beispiel der fossilen Flora einer rein tropischen Gegend hat erscheinen können.

Die Vulkane von Java ſtehen in Anſehung der Höhe, welche ſie erreichen, denen der drei Gruppen von Chili, Bolivia und Peru, ja ſelbſt der zwei Gruppen von Quito ſammt Neu-Granada und vom tropiſchen Mexico, weit nach. Die Maxima, welche die genannten amerikaniſchen Gruppen erreichen, ſind für Chili, Bolivia und Quito 20000 bis 21600 Fuß; für Mexico 17000 Fuß. Das iſt faſt um zehntauſend Fuß (um die Höhe des Aetna) mehr als die größte Höhe der Vulkane von Sumatra und Java. Auf der letzteren Inſel iſt der höchſte und noch entzündete Coloß der Gunung Semeru, die culminirende Spitze der ganzen javaniſchen Vulkan-Reihe. Junghuhn hat dieſelbe im September 1844 erſtiegen; das Mittel ſeiner Barometer-Meſſungen gab 11480 Fuß über der Meeresfläche: alſo 1640 Fuß mehr als der Gipfel des Aetna. Bei Nacht ſank das hunderttheilige Thermometer unter 6°,2. Der ältere, Sanskrit-Name des Gunung Semeru war Mahâ-Mêru (der große Meru): eine Erinnerung an die Zeit, als die Malayen indiſche Cultur aufnahmen; eine Erinnerung an den Weltberg im Norden, welcher nach dem Mahabharata der mythiſche Sitz iſt von Brahma, Wiſchnu und den ſieben Dêvarſchi.[83] Auffallend iſt es, daß, wie die Eingeborenen der Hochebene von Quito ſchon vor jeglicher Meſſung errathen hatten, daß der Chimborazo alle andere Schneeberge des Landes überrage, ſo die Javanen auch wußten, daß der heilige Berg Mahâ-Mêru, welcher von dem Gunung Ardjuno (10350 F.) wenig entfernt iſt, das Maximum der Höhe auf der Inſel erreiche; und doch konnte hier, in einem ſchneefreien Lande, der größere Abſtand des Gipfels von der Niveau-Linie der ewigen unteren Schneegrenze eben ſo wenig das Urtheil leiten als die Höhe eines temporären, zufälligen Schneefalles.[84]

Der Höhe des Gunung Semeru, welcher 11000 Fuß überſteigt, kommen vier andere Vulkane am nächſten, die hypſometriſch zu zehn- und eilftauſend Fuß gefunden wurden. Es ſind Gunung[85] Slamat oder Berg von Tegal (10430 F.), G. Ardjuno (10350 F.), G. Sumbing (10348 F.) und G. Lawu (10065 F.). Zwiſchen neun- und zehntauſend Fuß fallen noch ſieben Vulkane von Java: ein Reſultat, das um ſo wichtiger iſt, als man früher keinem Gipfel auf der Inſel mehr als ſechstauſend Fuß zuſchrieb.[86] Unter den fünf Gruppen der nord- und ſüdamerikaniſchen Vulkane iſt die von Guatemala (Central-Amerika) die einzige, welche in mittlerer Höhe von der Java-Gruppe übertroffen wird. Wenn auch bei Alt-Guatemala der Volcan de Fuego (nach der Berechnung und Reduction von Poggendorff) 12300 Fuß, alſo 820 Fuß mehr Höhe als der Gunung Semeru, erreicht; ſo ſchwankt doch der übrige Theil der Vulkan-Reihe Central-Amerika's nur zwiſchen fünf- und ſiebentauſend, nicht, wie auf Java, zwiſchen ſieben- und zehntauſend Fuß. Der höchſte Vulkan Aſiens iſt aber nicht in dem aſiatiſchen Inſelreiche (dem Archipel der Sunda-Inſeln), ſondern auf dem Continent zu ſuchen; denn auf der Halbinſel Kamtſchatka erhebt ſich der Vulkan Kljutſchewſk bis 14790 Fuß, faſt zur Höhe des Rucu-Pichincha in den Cordilleren von Quito.

Die gedrängte Reihe der Vulkane von Java (über 45 an der Zahl) hat in ihrer Haupt-Axe[87] die Richtung WNW—OSO (genau W 12° N): alſo meiſt der Vulkan-Reihe des öſtlichen Theils von Sumatra, aber nicht der Längen-Axe der Inſel Java parallel. Dieſe allgemeine Richtung der Vulkan-Kette ſchließt keineswegs die Erſcheinung aus, auf welche man neuerlichſt auch in der großen Himalaya-Kette aufmerkſam gemacht hat: daß einzeln 3 bis 4 hohe Gipfel ſo zuſammengereiht

ſind, daß die kleinen Aren dieſer Partial-Reihen mit der Haupt-Are der Kette einen ſchiefen Winkel machen. Dies Spalten-Phänomen, welches Hodgſon, Joſeph Hooker und Strachey beobachtet und theilweiſe dargeſtellt haben [88], iſt von großem Intereſſe. Die kleinen Aren der Nebenſpalten ſcharen ſich an die große an, bisweilen faſt unter einem rechten Winkel, und ſelbſt in vulkaniſchen Ketten liegen oft gerade die Maxima der Höhen etwas von der großen Are entfernt. Wie in den meiſten Reihen-Vulkanen, bemerkt man auch auf Java kein beſtimmtes Verhältniß zwiſchen der Höhe und der Größe des Gipfel-Kraters. Die beiden größten Krater gehören dem Gunung Tengger und dem Gunung Raon an. Der erſte von beiden iſt ein Berg dritter Claſſe, von nur 8165 Fuß Höhe. Sein zirkelrunder Krater hat aber über 20000 Fuß, alſo faſt eine geographiſche Meile, im Durchmeſſer. Der ebene Boden des Kraters iſt ein Sandmeer, deſſen Fläche 1750 Fuß unter dem höchſten Punkte der Umwallung liegt, und in dem hier und da aus der Schicht zerriebener Rapilli ſchlackige Lavamaſſen hervorragen. Selbſt der ungeheure und dazu mit glühender Lava angefüllte Krater des Kirauea auf Hawaii erreicht nach der ſo genauen trigonometriſchen Aufnahme des Cap. Wilkes und den vortrefflichen Beobachtungen Dana's nicht die Krater-Größe des Gunung Tengger. In der Mitte des Kraters von dem letzteren erheben ſich vier kleine Auswurfs-Kegel, eigentlich umwallte trichterförmige Schlünde, von denen jetzt nur einer, Bromo (der mythiſche Name Brahma: ein Wort, welchem in den Kawi-Wortverzeichniſſen die Bedeutung Feuer beigelegt wird, die das Sanskrit nicht zeigt), unentzündet iſt. Bromo bietet das merkwürdige Phänomen dar, daß in ſeinem Trichter ſich von 1838 bis 1842 ein See bildete, von welchem Junghuhn erwieſen hat, daß er

ſeinen Urſprung dem Zufluß atmoſphäriſcher Waſſer verdankt, die durch gleichzeitiges Eindringen von Schwefeldämpfen erwärmt und geſäuert wurden.[89] Nach dem Gunung Tengger hat der Gunung Raon den größten Krater, im Durchmeſſer jedoch um die Hälfte kleiner. Seine Tiefe gewährt einen ſchauervollen Anblick. Sie ſcheint über 2250 Fuß zu betragen; und doch iſt der merkwürdige, 9550 Fuß hohe Vulkan, welchen Junghuhn beſtiegen und ſo ſorgfältig beſchrieben[90] hat, nicht einmal auf der ſo verdienſtvollen Karte von Raffles genannt worden.

Die Vulkane von Java bieten, wie meiſt alle Reihen-Vulkane, die wichtige Erſcheinung dar, daß Gleichzeitigkeit großer Eruptionen viel ſeltener bei einander nahe liegenden als bei weit von einander entfernten Kegeln beobachtet wird. Als in der Nacht vom 11ten zum 12ten Auguſt 1772 der Vulkan G. Pepandajan (6600 F.) den verheerendſten Feuerausbruch hatte, der in hiſtoriſchen Zeiten die Inſel betroffen hat, entflammten ſich in derſelben Nacht zwei andere Vulkane, der G. Tjerimaï und der G. Slamat, welche in gerader Linie 46 und 88 geogr. Meilen vom Pepandajan entfernt liegen.[91] Stehen auch die Vulkane einer Reihe alle über Einem Heerde, ſo iſt doch gewiß das Netz der Spalten, durch welche ſie communiciren, ſo zuſammengeſetzt, daß die Verſtopfung alter Dampfcanäle, oder im Lauf der Jahrhunderte die temporäre Eröffnung neuer den ſimultanen Ausbruch auf ſehr entfernten Punkten begreiflich machen. Ich erinnere an das plötzliche Verſchwinden der Rauchſäule, die aus dem Vulkan von Paſto aufſtieg, als am Morgen des 4ten Februars 1797 das furchtbare Erdbeben von Riobamba die Hochebene von Quito zwiſchen dem Tunguragua und Cotopari erſchütterte.[92]

Den Vulkanen der Inſel Java wird im allgemeinen ein Charakter gerippter Geſtaltung zugeſchrieben, von dem ich auf den canariſchen Inſeln, in Mexico und in den Cordilleren von Quito nichts ähnliches geſehen habe. Der neueſte Reiſende, welchem wir ſo treffliche Beobachtungen über den Bau der Vulkane, die Geographie der Pflanzen und die pſychrometriſchen Feuchtigkeits-Verhältniſſe verdanken, hat die Erſcheinung, deren ich hier erwähne, mit ſo beſtimmter Klarheit beſchrieben, daß ich, um zu neuen Unterſuchungen Anlaß zu geben, nicht verſäumen darf die Aufmerkſamkeit auf jene Regelmäßigkeit der Form zu richten. „Obgleich", ſagt Herr Junghuhn, „die Oberfläche eines 10300 Fuß hohen Vulkans, des Gunung Sumbing, aus einiger Entfernung geſehen, wie eine ununterbrochen ebene und geneigte Fläche des Kegelberges erſcheint; ſo findet man doch bei näherer Betrachtung, daß ſie aus lauter einzelnen ſchmalen Länge-Rücken oder Rippen beſteht, die nach unten zu ſich immer mehr ſpalten und breiter werden. Sie ziehen ſich vom Gipfel des Vulkans oder noch häufiger von einer Höhe, die einige hundert Fuß unterhalb des Gipfels liegt, nach allen Seiten, wie die Strahlen eines Regenſchirmes divergirend, zum Fuße des Berges herab." Dieſe rippenförmigen Länge-Rücken haben bisweilen auf kurze Zeit einen geſchlängelten Lauf, werden aber alle durch neben einander liegende, gleich gerichtete, auch im Herabſteigen breiter werdende Zwiſchenklüfte von drei- bis vierhundert Fuß Tiefe gebildet. Es ſind Ausfurchungen der Oberfläche, „welche an den Seitengehängen aller Vulkane der Inſel Java ſich wiederfinden, aber in der mittleren Tiefe und dem Abſtande ihres oberen Anfanges vom Kraterrande und von einem uneröffneten Gipfel bei den verſchiedenen Kegelbergen bedeutend von einander abweichen. Der

G. Sumbing (10348 F.) gehört zu der Anzahl derjenigen Vulkane, welche die ſchönſten und regelmäßigſt gebildeten Rippen zeigen, da der Berg von Waldbäumen entblößt und mit Gras bedeckt iſt.“ Nach den Meſſungen, welche Junghuhn[93] bekannt gemacht, nimmt die Zahl der Rippen durch Verzweigung eben ſo zu, als der Neigungswinkel abnimmt. Oberhalb der Zone von 9000 Fuß ſind im G. Sumbing nur etwa 10 ſolche Rippen, in 8500 F. Höhe 32, in 5500 F. an 72, in 3000 F. Höhe über 95. Der Neigungswinkel nimmt dabei ab von 37° zu 25° und 10° ½. Faſt eben ſo regelmäßig ſind die Rippen am Vulkan G. Tengger (8165 F.), während ſie am G. Ringgit durch die verwüſtenden Ausbrüche, welche dem Jahre 1586 folgten, bedeckt und zerſtört worden ſind.[94] „Die Entſtehung der ſo eigenthümlichen Längen-Rippen und der dazwiſchen liegenden Bergklüfte, deren Zeichnungen gegeben ſind, wird der Auswaſchung durch Bäche zugeſchrieben.“

Allerdings iſt die Maſſe der Meteorwaſſer in dieſer Tropengegend im Mittel wohl 3- bis 4mal beträchtlicher als in der temperirten Zone, ja die Zuſtrömungen ſind oft wolkenbruchartig; denn wenn auch im ganzen die Feuchtigkeit mit der Höhe der Luftſchichten abnimmt, ſo üben dagegen die großen Kegelberge eine beſondere Anziehung auf das Gewölk aus, und die vulkaniſchen Ausbrüche ſind, wie ich ſchon an anderen Orten bemerkt habe, ihrer Natur nach gewittererregend. Die Kluft- und Thalbildungen (Barrancos), welche in den Vulkanen der canariſchen Inſeln und in den Cordilleren von Südamerika nach den von Leopold v. Buch[95] und von mir vielfältig gegebenen Beſchreibungen dem Reiſenden wichtig werden, weil ſie ihm das Innere des Gebirges erſchließen und ihn ſelbſt bisweilen bis in die Nähe der höchſten Gipfel und an die

Umwallung eines Erhebungs-Kraters leiten, bieten analoge Erſcheinungen dar; aber wenn dieſelben auch zu Zeiten die ſich ſammelnden Meteorwaſſer fortführen, ſo iſt dieſen doch wohl nicht die primitive Entſtehung der barrancos [96] an dem Abfall der Vulkane zuzuſchreiben. Spaltungen als Folge der Faltung in der weich gehobenen und ſich erſt ſpäter erhärtenden trachytiſchen Maſſe ſind wahrſcheinlich allen Eroſions-Wirkungen und dem Stoß der Waſſer vorhergegangen. Wo aber tiefe barrancos in den von mir beſuchten vulkaniſchen Gegenden ſich an dem Abfall oder Gehänge von Glocken- oder Kegelbergen (*en las faldas* de los Cerros barrancosos) zeigten, war keine Spur von der Regelmäßigkeit oder ſtrahlenförmigen Verzweigung zu entdecken, welche wir nach Junghuhn's Werken in den ſonderbaren Reliefformen der Vulkane von Java kennen lernen. [97] Die meiſte Analogie mit der hier behandelten Reliefform gewährt das Phänomen, auf welches Leopold von Buch und der ſcharfſinnige Beobachter der Vulkane, Poulet Scrope, ſchon aufmerkſam gemacht haben: das Phänomen, daß große Spalten ſich faſt immer nach der Normal-Richtung der Abhänge, ſtrahlenförmig, doch unverzweigt, vom Centrum des Berges aus, nicht queer auf denſelben, in rechtem oder ſchiefem Winkel eröffnen.

Der Glaube an die völlige Abweſenheit von Lavaſtrömen auf der Inſel Java [98], zu dem Leopold von Buch nach Erfahrungen des verdienſtvollen Reinwardt ſich hinzuneigen ſchien, iſt durch die neueren Beobachtungen mehr als erſchüttert worden. Junghuhn bemerkt allerdings, „daß der mächtige Vulkan Gunung Merapi in der geſchichtlichen Periode ſeiner Ausbrüche nicht mehr zuſammenhangende, compacte Lavaſtröme gebildet, und daß er nur Lava-Fragmente (Trümmer) oder unzuſammenhangende Steinblöcke ausgeworfen habe, wenn man auch

im Jahr 1837 neun Monate lang an dem Abhange des Auswurfs-Kegels nächtlich feurige Streifen herabziehen ſah.“ [99] Aber derſelbe ſo aufmerkſame Reiſende hat umſtändlichſt und deutlich drei baſaltartige ſchwarze Lavaſtröme an drei Vulkanen: Gunung Tengger, G. Idjen und Slamat [100], beſchrieben. An dem letzteren verlängert ſich der Lavaſtrom, nachdem er Veranlaſſung zu einem Waſſerfall gegeben, bis in das Tertiär-Gebirge. [1] Junghuhn unterſcheidet von ſolchen wahren Lava-Ergüſſen, die zuſammenhangende Maſſen bilden, ſehr genau bei dem Ausbruch des G. Lamongan [2] vom 6ten Juli 1838, was er einen Steinſtrom nennt: aus gereiht ausgeſtoßenen, großentheils eckigen, glühenden Trümmern beſtehend. „Man hörte das Gekrach der aufſchlagenden Steine, die, feurigen Punkten gleich, in einer Linie oder ordnungslos herabrollten.“ Ich hefte ſehr abſichtlich die Aufmerkſamkeit auf die ſehr verſchiedene Art, in der feurige Maſſen an dem Abhange eines Vulkans erſcheinen, weil in dem Streite über das Maximum des Fallwinkels der Lavaſtröme bisweilen glühende Steinſtröme (Schlackenmaſſen), in Reihen ſich folgend, mit continuirlichen Lavaſtrömen verwechſelt werden.

Da gerade in neueſter Zeit das wichtige, die innere Conſtitution der Vulkane betreffende und, ich darf hinzuſetzen, nicht ernſt genug behandelte Problem der Seltenheit oder des völligen Mangels von Lavaſtrömen in Beziehung auf Java ſo oft zur Sprache gekommen iſt; ſo ſcheint es hier der Ort daſſelbe unter einen allgemeineren Geſichtspunkt zu ſtellen. Wenn auch ſehr wahrſcheinlich in einer Vulkan-Gruppe oder Vulkan-Reihe alle Glieder in gewiſſen gemeinſamen Verhältniſſen zu dem allgemeinen Heerde, dem geſchmolzenen Erd-Inneren, ſtehen; ſo bietet doch jedes Individuum eigenthümliche phyſikaliſche und

chemiſche Proceſſe dar in Hinſicht auf Stärke und Frequenz der Thätigkeit, auf Grad und Form der Fluidität und auf Stoff-Verſchiedenheit der Producte: Eigenthümlichkeiten, welche man nicht durch Vergleichung der Geſtaltung und der Höhe über der jetzigen Meeresfläche erklären kann. Der Bergcoloß Sangay iſt eben ſo ununterbrochen in Eruption als der niedrige Stromboli; von zwei einander nahen Vulkanen wirft der eine nur Bimsſtein ohne Obſidian, der andere beide zugleich aus; der eine giebt nur loſe Schlacken, der andere in ſchmalen Strömen fließende Lava. Dieſe charakteriſirenden Proceſſe ſcheinen dazu bei vielen in verſchiedenen Epochen ihrer Thätigkeit nicht immer dieſelben geweſen zu ſein. Keinem der beiden Continente iſt vorzugsweiſe Seltenheit oder gar Abweſenheit von Lavaſtrömen zuzuſchreiben. Auffallende Unterſchiede treten nur in ſolchen Gruppen hervor, für welche man ſich auf uns nahe liegende, beſtimmte hiſtoriſche Perioden beſchränken muß. Das Nicht-Erkennen von einzelnen Lavaſtrömen hängt von vielerlei Verhältniſſen gleichzeitig ab. Zu dieſen gehören: die Bedeckung mächtiger Tuff-, Rapilli- und Bimsſtein-Schichten; die gleich- oder ungleichzeitige Confluenz mehrerer Ströme, welche ein weit ausgedehntes Lava- oder Trümmerfeld bilden; der Umſtand, daß in einer weiten Ebene längſt zerſtört ſind die kleinen coniſchen Ausbruch-Kegel, gleichſam das vulkaniſche Gerüſte, welchem, wie auf Lancerote, die Lava ſtromweiſe entfloſſen war. In den urälteſten Zuſtänden unſeres ungleich erkaltenden Planeten, in den früheſten Faltungen ſeiner Oberfläche, ſcheint mir ſehr wahrſcheinlich ein häufiges zähes Entquellen von trachytiſchen und doleritiſchen Gebirgsarten, von Bimsſtein-Maſſen oder obſidianhaltigen Perliten aus einem zuſammengeſetzten Spalten-Netze, über dem nie ein Gerüſte ſich erhoben

oder aufgebaut hat. Das Problem ſolcher einfachen Spalten-Ergüſſe verdient die Aufmerkſamkeit der Geologen.

In der Reihe der mericaniſchen Vulkane iſt das größte und, ſeit meiner amerikaniſchen Reiſe, berufenſte Phänomen die Erhebung und der Lava-Erguß des neu erſchienenen Jorullo. Dieſer Vulkan, deſſen auf Meſſungen gegründete Topographie ich zuerſt bekannt gemacht habe[3], bietet durch ſeine Lage zwiſchen den beiden Vulkanen von Toluca und Colima, und durch ſeinen Ausbruch auf der großen Spalte vulkaniſcher Thätigkeit[4], welche ſich vom atlantiſchen Meere bis an die Südſee erſtreckt, eine wichtige und deshalb um ſo mehr beſtrittene geognoſtiſche Erſcheinung dar. Dem mächtigen Lavaſtrom folgend, welchen der neue Vulkan ausgeſtoßen, iſt es mir gelungen tief in das Innere des Kraters zu gelangen und in demſelben Inſtrumente aufzuſtellen. Dem Ausbruch in einer weiten, lange friedlichen Ebene der ehemaligen Provinz Michuacan in der Nacht vom 28ten zum 29ten September 1759, über 30 geographiſche Meilen von jedem anderen Vulkane entfernt, ging ſeit dem 29 Juni deſſelben Jahres, alſo zwei volle Monate lang, ein ununterbrochenes unterirdiſches Getöſe voraus. Es war daſſelbe dadurch ſchon von den wunderbaren bramidos von Guanaruato, die ich an einem anderen Orte[5] beſchrieben, verſchieden, daß es, wie es gewöhnlicher der Fall iſt, von Erdſtößen begleitet war: welche der ſilberreichen Bergſtadt im Januar 1784 gänzlich fehlten. Der Ausbruch des neuen Vulkans um 3 Uhr Morgens verkündigte ſich Tages vorher durch eine Erſcheinung, welche bei anderen Eruptionen nicht den Anfang, ſondern das Ende zu bezeichnen pflegt. Da, wo gegenwärtig der große Vulkan ſteht, war ehemals ein dichtes Gebüſch von der, ihrer wohlſchmeckenden Früchte wegen bei den Eingeborenen

ſo beliebten Guayava (Psidium pyriferum). Arbeiter aus den Zuckerrohr-Feldern (cañaverales) der Hacienda de San Pedro Jorullo, welche dem reichen, damals in Merico wohnenden Don Andres Pimentel gehörte, waren ausgegangen, um Guayava-Früchte zu ſammeln. Als ſie nach der Meierei (hacienda) zurückkehrten, bemerkte man mit Erſtaunen, daß ihre großen Strohhüte mit vulkaniſcher Aſche bedeckt waren. Es hatten ſich demnach ſchon in dem, was man jetzt das Malpais nennt, wahrſcheinlich am Fuß der hohen Baſaltkuppe el Cuiche, Spalten geöffnet, welche dieſe Aſche (Rapilli) ausſtießen, ehe noch in der Ebene ſich etwas zu verändern ſchien. Aus einem in den biſchöflichen Archiven von Valladolid aufgefundenen Briefe des Pater Joaquin de Anſogorri, welcher 3 Wochen nach dem Tage des erſten Ausbruchs geſchrieben iſt, ſcheint zu erhellen, daß der Pater Iſidro Molina, aus dem Jeſuiter-Collegium des nahen Patzcuaro, hingeſandt, „um den von dem unterirdiſchen Getöſe und den Erdbeben auf's äußerſte beunruhigten Bewohnern der Playas de Jorullo geiſtlichen Troſt zu geben", zuerſt die zunehmende Gefahr erkannte und dadurch die Rettung der ganzen kleinen Bevölkerung veranlaßte.

In den erſten Stunden der Nacht lag die ſchwarze Aſche ſchon einen Fuß hoch; alles floh gegen die Anhöhen von Aguaſarco zu, einem Indianer-Dörfchen, das 2260 Fuß höher als die alte Ebene von Jorullo liegt. Von dieſen Höhen aus ſah man (ſo geht die Tradition) eine große Strecke Landes in furchtbarem Feuerausbruch, und „mitten zwiſchen den Flammen (wie ſich die ausdrückten, welche das Berg-Aufſteigen erlebt) erſchien, gleich einem ſchwarzen Caſtell (castillo negro), ein großer unförmiger Klumpen (bulto grande)". Bei der geringen Bevölkerung der Gegend (die Indigo- und Baumwollen-

Cultur wurde damals nur sehr schwach betrieben) hat selbst die Stärke langdauernder Erdbeben kein Menschenleben gekostet, obgleich durch dieselben, wie ich aus handschriftlichen Nachrichten [6] ersehen, bei den Kupfergruben von Inguaran, in dem Städtchen Patzcuaro, in Santiago de Ario, und viele Meilen weiter, doch nicht über S. Pedro Churumuco hinaus, Häuser umgestürzt worden waren. In der Hacienda de Jorullo hatte man bei der allgemeinen nächtlichen Flucht einen taubstummen Negersklaven mitzunehmen vergessen. Ein Mestize hatte die Menschlichkeit umzukehren und ihn, als die Wohnung noch stand, zu retten. Man erzählt gern noch heute, daß man ihn knieend, eine geweihte Kerze in der Hand, vor dem Bilde de Nuestra Señora de Guadalupe gefunden habe.

Nach der weit und übereinstimmend unter den Eingebornen verbreiteten Tradition soll in den ersten Tagen der Ausbruch von großen Felsmassen, Schlacken, Sand und Asche immer auch mit einem Erguß von schlammigem Wasser verbunden gewesen sein. In dem vorerwähnten denkwürdigen Berichte vom 19ten October 1759, der einen Mann zum Verfasser hat, welcher mit genauer Localkenntniß das eben erst Vorgefallene schildert, heißt es ausdrücklich: que espele el dicho Volcan arena, ceniza y agua. Alle Augenzeugen erzählen (ich übersetze aus der Beschreibung, welche der Intendant, Oberst Riaño, und der deutsche Berg-Commissar Franz Fischer, der in spanische Dienste getreten war, über den Zustand des Vulkans von Jorullo am 10ten März 1789 geliefert haben): „daß, ehe der furchtbare Berg erschien (antes de reventar y aparecerse este terrible Cerro), die Erdstöße und das unterirdische Getöse sich häuften; am Tage des Ausbruchs selbst aber der flache Boden sich sichtbar senkrecht erhob (se observó, que el plan

de la tierra se levantaba perpendicularmente), und das Ganze ſich mehr oder weniger aufblähte, ſo daß Blaſen (vexigones) erſchienen, deren größte heute der Vulkan iſt (de los que el mayor es hoy el Cerro del Volcan). Dieſe aufgetriebenen Blaſen, von ſehr verſchiedenem Umfang und zum Theil ziemlich regelmäßiger coniſcher Geſtalt, platzten ſpäter (estas ampollas, gruesas vegigas ó conos diferentemente regulares en sus figuras y tamaños, reventáron despues), und ſtießen aus ihren Mündungen kochend heißen Erdſchlamm (tierras hervidas y calientes) wie verſchlackte Steinmaſſen (piedras cocidas? y fundidas) aus, die man, mit ſchwarzen Steinmaſſen bedeckt, noch bis in ungeheure Ferne auffindet."

Dieſe hiſtoriſchen Nachrichten, die man freilich ausführlicher wünſchte, ſtimmen vollkommen mit dem überein, was ich aus dem Munde der Eingeborenen 14 Jahre nach der Beſteigung des Antonio de Riaño vernahm. Auf die Fragen, ob man „das Berg-Caſtell" nach Monaten oder Jahren ſich allmälig habe erhöhen ſehen, oder ob es gleich in den erſten Tagen ſchon als ein hoher Gipfel erſchienen ſei? war keine Antwort zu erhalten. Riaño's Behauptung, daß Eruptionen noch in den erſten 16 bis 17 Jahren vorgefallen wären, alſo bis 1776, wurde als unwahr geläugnet. Die Erſcheinungen von kleinen Waſſer- und Schlamm-Ausbrüchen, die in den erſten Tagen gleichzeitig mit den glühenden Schlacken bemerkt wurden, werden nach der Sage dem Verſiegen zweier Bäche zugeſchrieben, welche, an dem weſtlichen Abhange des Gebirges von Santa Ines, alſo öſtlich vom Cerro de Cuiche, entſpringend, die Zuckerrohr-Felder der ehemaligen Hacienda de San Pedro de Jorullo reichlich bewäſſerten und weit in Weſten nach der Hacienda de la Presentacion fortſtrömten. Man zeigt noch nahe bei

ihrem Urſprunge den Punkt, wo ſie in einer Kluft mit ihren einſt kalten Waſſern bei Erhebung des öſtlichen Randes des Malpais verſchwunden ſind. Unter den Hornitos weglaufend, erſcheinen ſie (das iſt die allgemeine Meinung der Landleute) erwärmt als zwei Thermalquellen wieder. Da der gehobene Theil des Malpais dort faſt ſenkrecht abgeſtürzt iſt, ſo bilden ſie die zwei kleinen Waſſerfälle, die ich geſehen und in meine Zeichnung aufgenommen habe. Jedem derſelben iſt der frühere Name, Rio de San Pedro und Rio de Cuitimba, erhalten worden. Ich habe an dieſem Punkte die Temperatur der dampfenden Waſſer 52°,7 gefunden. Die Waſſer ſind auf ihrem langen Wege nur erwärmt, aber nicht geſäuert worden. Die Reactiv-Papiere, welche ich die Gewohnheit hatte mit mir zu führen, erlitten keine Veränderung; aber weiter hin, nahe bei der Hacienda de la Presentacion, gegen die Sierra de las Canoas zu, ſprudelt eine mit geſchwefeltem Waſſerſtoffgas geſchwängerte Quelle, die ein Becken von 20 Fuß Breite bildet.

Um ſich von der complicirten Reliefform der Bodenfläche einen klaren Begriff zu machen, in welcher ſo merkwürdige Erhebungen vorgefallen ſind, muß man hypſometriſch und morphologiſch unterſcheiden: 1) die Lage des Vulkan-Syſtems von Jorullo im Verhältniß zu dem mittleren Niveau der mexicaniſchen Hochebene; 2) die Converität des Malpais, das von Tauſenden von Hornitos bedeckt iſt; 3) die Spalte, auf welcher 6 große vulkaniſche Bergmaſſen aufgeſtiegen ſind.

An dem weſtlichen Abfall der von SSO nach NNW ſtreichenden Cordillera central de Mexico bildet die Ebene der Playas de Jorullo in nur 2400 Fuß Höhe über dem Niveau der Südſee eine von den horizontalen Bergſtufen, welche überall in den Cordilleren die Neigungs-Linie des Abfalls unterbrechen

und deshalb mehr oder minder die Abnahme der Wärme in den über einander liegenden Luftſchichten verlangſamen. Wenn man von dem Central-Plateau von Mexico in 7000 Fuß mittlerer Höhe nach den Weizenfeldern von Valladolid de Michuacan, nach dem anmuthigen See von Patzcuaro mit dem bewohnten Inſelchen Janicho und in die Wieſen um Santiago de Urio, die wir (Bonpland und ich) mit den nachmals ſo berühmt gewordenen Georginen (Dahlia, Cav.) geſchmückt fanden, herabſteigt; ſo iſt man noch nicht neunhundert bis tauſend Fuß tiefer gelangt. Um aber von Urio am ſteilen Abhange über Aguaſarco in das Niveau der alten Ebene von Jorullo zu treten, vermindert man in dieſer ſo kurzen Strecke die abſolute Höhe um 3600 bis 4000 Fuß.[7] Der rundliche, convexe Theil der gehobenen Ebene hat ohngefähr 12000 Fuß im Durchmeſſer, alſo ein Areal von mehr als $\frac{1}{3}$ einer geographiſchen Quadratmeile. Der eigentliche Vulkan von Jorullo und die 5 anderen Berge, die ſich mit ihm zugleich und auf Einer Spalte erhoben haben, liegen ſo, daß nur ein kleiner Theil des Malpais öſtlich von ihnen fällt. Gegen Weſten iſt die Zahl der Hornitos daher um vieles größer; und wenn ich am frühen Morgen aus dem Indianer-Häuschen der Playas de Jorullo heraustrat oder einen Theil des Cerro del Mirador beſtieg, ſo ſah ich den ſchwarzen Vulkan ſehr maleriſch über die Unzahl von weißen Rauchſäulen der „kleinen Oefen" (Hornitos) hervorragen. Sowohl die Häuſer der Playas als der baſaltiſche Hügel Mirador liegen auf dem Niveau des alten unvulkaniſchen oder, vorſichtiger zu reden, nicht gehobenen Bodens. Die ſchöne Vegetation deſſelben, auf dem ein Heer von Salvien unter dem Schatten einer neuen Art der Fächerpalme (Corypha pumos) und einer neuen Eller-Art (Alnus Jorullensis) blühen, contraſtirt mit

dem öden, pflanzenleeren Anblick des Malpais. Die Vergleichung der Barometerstände[8] des Punktes, wo die Hebung in den Playas anfängt, mit dem Punkte unmittelbar am Fuß des Vulkans giebt 444 Fuß relativer senkrechter Höhe. Das Haus, das wir bewohnten, stand ohngefähr nur 500 Toisen von dem Rande des Malpais ab. Es fand sich dort ein kleiner senkrechter Absturz von kaum 12 Fuß Höhe, von welchem die heiß gewordenen Wasser des Baches (Rio de San Pedro) herabfallen. Was ich dort am Absturz von dem inneren Bau des Erdreichs untersuchen konnte, zeigte schwarze, horizontale Lettenschichten, mit Sand (Rapilli) gemengt. An anderen Punkten, die ich nicht gesehen, hat Burkart „an der senkrechten Begrenzung des erhobenen Bodens, wo dieser schwer zu ersteigen ist, einen lichtgrauen, wenig dichten (verwitterten) Basalt, mit vielen Körnern von Olivin" beobachtet.[9] Dieser genaue und erfahrene Beobachter hat aber[10] an Ort und Stelle, ganz wie ich, die Ansicht von einer durch elastische Dämpfe bewirkten, blasenförmigen Hebung der Erdoberfläche gefaßt: entgegengesetzt der Meinung berühmter Geognosten[11], welche die Converität, die ich durch unmittelbare Messung gefunden, allein dem stärkeren Lava-Erguß am Fuß des Vulkans zuschreiben.

Die vielen Tausende der kleinen Auswurfs-Kegel (eigentlich mehr rundlicher oder etwas verlängerter, backofen-artiger Form), welche die gehobene Fläche ziemlich gleichmäßig bedecken, sind im Mittel von 4 bis 9 Fuß Höhe. Sie sind fast allein auf der westlichen Seite des großen Vulkans emporgestiegen, da ohnedies der östliche Theil gegen den Cerro de Cuiche hin kaum $1/25$ des Areals der ganzen blasenförmigen Hebung der Playas ausmacht. Jeder der vielen Hornitos ist aus verwitterten Basaltkugeln zusammengesetzt, mit concentrisch schalig

abgeſonderten Stücken; ich konnte oft 24 bis 28 ſolcher Schalen zählen. Die Kugeln ſind etwas ſphäroidiſch abgeplattet, und haben meiſt 15—18 Zoll im Durchmeſſer; variiren aber auch von 1 bis 3 Fuß. Die ſchwarze Baſaltmaſſe iſt von heißen Dämpfen durchdrungen und erdig aufgelöſt; doch der Kern iſt dichter: während die Schalen, wenn man ſie ablöſt, gelbe Flecken oxydirten Eiſens zeigen. Auch die weiche Lettenmaſſe, welche die Kugeln verbindet, iſt, ſonderbar genug, in gekrümmte Lamellen getheilt, die ſich durch alle Zwiſchenräume der Kugeln durchwinden. Ich habe mich bei dem erſten Anblick befragt, ob das Ganze ſtatt verwitterter, ſparſam olivinhaltiger Baſaltkugeln nicht vielleicht in der Ausbildung begriffene, aber geſtörte Maſſen darböte. Es ſpricht dagegen die Analogie der wirklichen, mit Thon- und Mergelſchichten gemengten Kugelbaſalt-Hügel, welche oft von ſehr kleinen Dimenſionen im böhmiſchen Mittelgebirge, theils iſolirt, theils lange Baſaltrücken an beiden Extremen krönend, gefunden werden. Einige der Hornitos ſind ſo aufgelöſt oder haben ſo große innere Höhlungen, daß Maulthiere, wenn man ſie zwingt die Vorderfüße auf die flächeren zu ſetzen, tief einſinken: wogegen bei ähnlichen Verſuchen, die ich machte, die Hügel, welche die Termiten aufbauen, widerſtanden.

In der Baſaltmaſſe der Hornitos habe ich keine Schlacken oder Fragmente älterer durchbrochener Gebirgsarten, wie in den Laven des großen Jorullo, eingebacken gefunden. Was die Benennung Hornos oder Hornitos beſonders rechtfertigt, iſt der Umſtand, daß in jedem derſelben (ich rede von der Epoche, wo ich die Playas de Jorullo durchwanderte und mein Journal niederſchrieb, 18 Sept. 1803) die Rauchſäulen nicht aus dem Gipfel, ſondern ſeitwärts ausbrechen. Im Jahr 1780 konnte man noch Cigarren anzünden, wenn man ſie, an einen Stab

befeſtigt, 2 bis 3 Zoll tief eingrub; in einigen Gegenden war damals durch die Nähe der Hornitos die Luft ſo erhitzt, daß man Umwege machen mußte, um das Ziel, das man ſich vorgeſetzt, zu erreichen. Ich fand trotz der Erkaltung, welche nach dem allgemeinen Zeugniß der Indianer die Gegend ſeit 20 Jahren erlitten hatte, in den Spalten der Hornitos meiſt 93° und 95° Cent.; zwanzig Fuß von einigen Hügeln hatte die umgebende Luft, da, wo keine Dämpfe mich berührten, noch eine Temperatur von 42°,5 und 46°,8, wenn die eigentliche Luft-Temperatur der Playas zu derſelben Stunde kaum 25° war. Die ſchwach ſchwefelſauren Dämpfe entfärbten reagirende Papierſtreifen, und erhoben ſich einige Stunden nach Sonnen-Aufgang ſichtbar bis 60 Fuß Höhe. An einem frühen, kühlen Morgen iſt der Anblick der Rauchſäulen am merkwürdigſten. Gegen Mittag, ja ſchon nach 11 Uhr, ſind ſie ganz erniedrigt und nur in der Nähe ſichtbar. Im Inneren von mehreren der Hornitos hörten wir Geräuſch wie Sturz von Waſſer. Die kleinen baſaltiſchen Backöfen ſind, wie ſchon oben bemerkt worden iſt, leicht zerſtörbare Gebäude. Als Burkart, 24 Jahre nach mir, das Malpais beſuchte, fand er keinen der Hornitos mehr rauchend; ihre Temperatur war bei den meiſten die der umgebenden Luft, und viele hatten alle Regelmäßigkeit der Geſtalt durch Regengüſſe und meteoriſche Einflüſſe verloren. Dem Hauptvulkan nahe fand Burkart kleine Kegel, die aus einem braunrothen Conglomerate von abgerundeten oder eckigen Lavaſtücken zuſammengeſetzt waren und nur locker zuſammenhingen. Mitten in dem erhobenen, von Hornitos bedeckten Areal ſieht man noch ein Ueberbleibſel der alten Erhöhung, an welche die Gebäude der Meierei San Pedro angelehnt waren. Der Hügel, den ich auf meiner Karte angedeutet, bildet einen Rücken, welcher

von Oſten nach Weſten gerichtet iſt, und ſeine Erhaltung an dem Fuß des großen Vulkans erregt Erſtaunen. Nur ein Theil iſt mit dichtem Sande (gebrannten Rapilli) bedeckt. Die hervorſtehende Baſaltklippe, mit uralten Stämmen von Ficus indica und Psidium bewachſen, iſt gewiß, wie die des Cerro del Mirador und der hohen Gebirgsmaſſen, welche die Ebene in Oſten bogenförmig begrenzen, als der Cataſtrophe präexiſtirend zu betrachten.

Es bleibt mir übrig die mächtige Spalte zu beſchreiben, auf der in der allgemeinen Richtung von Süd-Süd-Weſt nach Nord-Nord-Oſt ſechs an einander gereihte Vulkane ſich erhoben haben. Die partielle Richtung der erſten drei, mehr ſüdlichen und niedrigeren iſt SW—NO; die der folgenden drei faſt S—N. Die Gangſpalte iſt alſo gekrümmt geweſen, und hat ihr Streichen ein wenig verändert, in der Total-Länge von 1700 Toiſen. Die hier bezeichnete Richtung der gereihten, aber ſich nicht berührenden Berge iſt allerdings faſt rechtwinklig mit der Linie, auf welcher nach meiner Bemerkung die mexicaniſchen Vulkane von Meer zu Meer auf einander folgen. Dieſe Differenz nimmt aber weniger Wunder, wenn man bedenkt, daß man ein großes geognoſtiſches Phänomen (die Beziehung der Hauptmaſſen gegen einander queer durch einen Continent) nicht mit den Localverhältniſſen der Orientation im Inneren einer einzelnen Gruppe verwechſeln darf. Der lange Rücken des großen Vulkans von Pichincha hat auch nicht die Richtung der Vulkan-Reihe von Quito; und in unvulkaniſchen Ketten, z. B. im Himalaya, liegen, worauf ich ſchon früher aufmerkſam gemacht habe, die Culminationspunkte oft fern von der allgemeinen Erhebungs-Linie der Kette. Sie liegen auf partiellen Schneerücken, die ſelbſt

faſt einen rechten Winkel mit jener allgemeinen Erhebungs-Linie bilden.

Von den ſechs über der genannten Spalte aufgeſtiegenen vulkaniſchen Hügeln ſcheinen die erſteren drei, die ſüdlicheren, zwiſchen denen der Weg nach den Kupfergruben von Inguaran durchgeht, in ihrem jetzigen Zuſtande die unwichtigſten. Sie ſind nicht mehr geöffnet, und ganz mit graulich weißem vulkaniſchen Sande bedeckt, der aber nicht aus Bimsſtein beſteht; denn von Bimsſtein und Obſidian habe ich in dieſer Gegend nichts geſehen. Auch am Jorullo ſcheint, wie nach der Behauptung Leopolds von Buch und Monticelli's am Veſuv, der letzte überdeckende Aſchenfall der weiße geweſen zu ſein. Der vierte, nördliche Berg iſt der große und eigentliche Vulkan von Jorullo, deſſen Spitze ich, trotz ſeiner geringen Höhe (667 Toiſen über der Meeresfläche, 180 Toiſen über dem Malpais am Fuße des Vulkans und 263 Toiſen über dem alten Boden der Playas), nicht ohne Mühſeligkeit am 19 September 1803 mit Bonpland und Carlos Montufar erreicht habe. Wir glaubten am ſicherſten in den, damals noch mit heißen Schwefeldämpfen gefüllten Krater zu gelangen, wenn wir den ſchroffen Rücken des mächtigen Lavaſtroms erſtiegen, welcher aus dem Gipfel ſelbſt ausgebrochen iſt. Der Weg ging über eine krauſe, ſchlackige, coak- oder vielmehr blumenkohlartig aufgeſchwollene, hellklingende Lava. Einige Theile haben einen metalliſchen Glanz, andere ſind baſaltartig und voll kleiner Olivinkörner. Als wir uns ſo in 667 Fuß ſenkrechter Höhe bis zur oberen Fläche des Lavaſtroms erhoben hatten, wendeten wir uns zum weißen Aſchenkegel, an dem wegen ſeiner großen Steilheit man fürchten mußte bei dem häufigen und beſchleunigten Herabrutſchen durch den Stoß an die zackige Lava ſchmerzhaft

verwundet zu werden. Der obere Rand des Kraters, an deſſen ſüdweſtlichem Theile wir die Inſtrumente aufſtellten, bildet einen Ring von der Breite weniger Fuße. Wir trugen das Barometer von dem Rande in den ovalen Krater des abgeſtumpften Kegels. An einer offenen Kluft ſtrömt Luft aus von 93°,7 Cent. Temperatur. Wir ſtanden nun 140 Fuß ſenkrecht unter dem Kraterrande; und der tiefſte Punkt des Schlundes, welchen wir des dicken Schwefeldampfes wegen zu erreichen aufgeben mußten, ſchien auch nur noch einmal ſo tief zu ſein. Der geognoſtiſche Fund, welcher uns am meiſten intereſſirte, war die Entdeckung mehrerer in die ſchwarz-baſaltiſche Lava eingebackener, ſcharfbegrenzter weißer, feldſpathreicher Stücke einer Gebirgsart von 3 bis 4 Zoll Durchmeſſer. Ich hielt dieſelben zuerſt [12] für Syenit; aber zufolge der genauen Unterſuchung eines von mir mitgebrachten Fragments durch Guſtav Roſe gehören ſie wohl eher zu der Granit-Formation, welche der Oberbergrath Burkart auch unter dem Syenit des Rio de las Balsas hat zu Tage kommen ſehen. „Der Einſchluß iſt ein Gemenge von Quarz und Feldſpath. Die ſchwarzgrünen Flecken ſcheinen, mit etwas Feldſpath zuſammengeſchmolzener Glimmer, nicht Hornblende, zu ſein. Das eingebackene weiße Bruchſtück iſt durch vulkaniſche Hitze geſpalten, und in dem Riſſe laufen weiße, zahnförmige, geſchmolzene Fäden von einem Rande zum anderen.“

Nördlicher als der große Vulkan von Jorullo und der ſchlackige Lavaberg, den er ausgeſpieen in der Richtung der alten Baſalte des Cerro del Mortero, folgen die beiden letzten der oft genannten 6 Eruptionen. Auch dieſe Hügel waren anfangs ſehr wirkſam, denn das Volk nennt noch jetzt den äußerſten Aſchenberg el Volcancito. Eine nach Weſten geöffnete weite Spalte trägt hier die Spuren eines zerſtörten

Kraters. Der große Vulkan ſcheint, wie der Epomeo auf Iſchia, nur einmal einen mächtigen Lavaſtrom ergoſſen zu haben. Daß ſeine lava-ergießende Thätigkeit über die Epoche des erſten Ausbruchs hinaus gedauert habe, iſt nicht hiſtoriſch erwieſen; denn der ſeltene, glücklich aufgefundene Brief des Pater Joaquin de Anſogorri, kaum zwanzig Tage nach dem erſten Ausbruch geſchrieben, handelt faſt allein von den Mitteln „Paſtoral-Einrichtungen für die beſſere Seelſorge der vor der Cataſtrophe geflohenen und zerſtreuten Landleute" zu treffen: für die folgenden 30 Jahre bleiben wir ohne alle Nachricht. Wenn die Sage ſehr allgemein von Feuern ſpricht, die eine ſo große Fläche bedeckten, ſo iſt allerdings zu vermuthen, daß alle 6 Hügel auf der großen Spalte und ein Theil des Malpais ſelbſt, in welchem die Hornitos erſchienen ſind, gleichzeitig entzündet waren. Die Wärmegrade der umgebenden Luft, die ich ſelbſt noch gemeſſen, laſſen auf die Hitze ſchließen, welche 43 Jahre früher dort geherrſcht hat; ſie mahnen an den urweltlichen Zuſtand unſeres Planeten, in dem die Temperatur ſeiner Lufthülle und mit dieſer die Vertheilung des organiſchen Lebens, bei thermiſcher Einwirkung des Inneren mittelſt tiefer Klüfte (unter jeglicher Breite und in langen Zeitperioden), modificirt werden konnte.

Man hat, ſeitdem ich die Hornitos, welche den Vulkan von Jorullo umgeben, beſchrieben habe, manche analoge Gerüſte in verſchiedenen Weltgegenden mit dieſen backofen-ähnlichen kleinen Hügeln verglichen. Mir ſcheinen die mericaniſchen, ihrer inneren Zuſammenſetzung nach, bisher noch ſehr contraſtirend und iſolirt dazuſtehen. Will man Auswurfs-Kegel alle Erhebungen nennen, welche Dämpfe ausſtoßen, ſo verdienen die Hornitos allerdings die Benennung von Fumarolen. Die Benennung Auswurfs-Kegel würde aber zu der irrigen

Meinung leiten, als ſeien Spuren vorhanden, daß die Hornitos je Schlacken ausgeworfen oder gar, wie viele Auswurfs-Kegel, Lava ergoſſen haben. Ganz verſchieden z. B. ſind, um an ein größeres Phänomen zu erinnern, in Kleinaſien, auf der vormaligen Grenze von Myſien und Phrygien, in dem alten Brandlande (Katakekaumene), „in welchem es ſich (wegen der Erdbeben) gefahrvoll wohnt", die drei Schlünde, die Strabo φύσαι, Blaſebälge, nennt, und die der verdienſtvolle Reiſende William Hamilton wieder aufgefunden hat [13]. Auswurfs-Kegel, wie ſie die Inſel Lancerote bei Tinguaton, oder Unter-Italien, oder (von kaum zwanzig Fuß Höhe) der Abhang des großen kamtſchadaliſchen Vulkans Awatſcha [14] zeigen, den mein Freund und ſibiriſcher Reiſegefährte, Ernſt Hofmann, im Juli 1824 erſtiegen; beſtehen aus Schlacken und Aſche, die einen kleinen Krater, welcher ſie ausgeſtoßen hat und von ihnen wieder verſchüttet worden iſt, umgeben. An den Hornitos iſt nichts krater-ähnliches zu ſehen; und ſie beſtehn, was ein wichtiger Charakter iſt, aus bloßen Baſaltkugeln mit ſchalig abgeſonderten Stücken, ohne Einmiſchung loſer eckiger Schlacken. Am Fuß des Veſuvs, bei dem mächtigen Ausbruch von 1794 (wie auch in früheren Epochen), bildeten ſich, auf einer Längenſpalte gereiht, 8 verſchiedene kleine Eruptions-Krater, bocche nuove, die ſogenannten paraſitiſchen Ausbruchs-Kegel, lava-ergießend und ſchon dadurch den Jorullo-Hornitos gänzlich entfremdet. „Ihre Hornitos«, ſchrieb mir Leopold von Buch, „ſind nicht durch Auswürflinge aufgehäufte Kegel; ſie ſind unmittelbar aus dem Erd-Inneren gehoben." Die Entſtehung des Vulkans von Jorullo ſelbſt wurde von dieſem großen Geologen mit der des Monte nuovo in den phlegräiſchen Feldern verglichen. Dieſelbe Anſicht der Erhebung von 6 vulkaniſchen Bergen auf einer

Längenſpalte hat ſich (ſ. oben S. 336—337) dem Oberſt Riaño und dem Berg-Commiſſar Fiſcher 1789, mir bei dem erſten Anblick 1803, Herrn Burkart 1827 als die wahrſcheinlichere aufgedrängt. Bei beiden neuen Bergen, entſtanden 1538 und 1759, wiederholen ſich dieſelben Fragen. Ueber den ſüditaliſchen ſind die Zeugniſſe von Falconi, Pietro Giacomo di Toledo, Franceſco del Nero und Porzio umſtändlicher, der Zeit der Cataſtrophe nahe und von gebildeteren Beobachtern abgefaßt. Eines dieſer Zeugniſſe, das gelehrteſte des berühmten Porzio, ſagt: »Magnus terrae tractus, qui inter radices montis, quem Barbarum incolae appellant, et mare juxta Avernum jacet, sese *erigere videbatur* et montis subito nascentis figuram imitari. Iste terrae cumulus aperto veluti ore magnos ignes evomuit, pumicesque et lapides, cineresque.« [15]

Von der hier vervollſtändigten geognoſtiſchen Beſchreibung des Vulkans von Jorullo gehen wir zu den öſtlicheren Theilen von Mittel-Mexico (Anahuac) über. Nicht zu verkennende Lavaſtröme, von meiſt baſaltartiger Grundmaſſe, hat der Pic von Orizaba nach den neueſten, intereſſanten Forſchungen von Pieſchel (März 1854) [16] und H. de Sauſſure ergoſſen. Die Gebirgsart des Pic von Orizaba, wie die des von mir erſtiegenen großen Vulkans von Toluca [17], iſt aus Hornblende, Oligoklas und etwas Obſidian zuſammengeſetzt: während die Grundmaſſe des Popocatepetl ein Chimborazo-Geſtein iſt, zuſammengeſetzt aus ſehr kleinen Kryſtallen von Oligoklas und Augit. An dem Fuß des öſtlichen Abhanges des Popocatepetl, weſtlich von der Stadt la Puebla de los Angeles, habe ich in dem Llano de Tetimpa, wo ich die Baſe zu den Höhen-Beſtimmungen der beiden großen, das Thal von Mexico begrenzenden Nevados (Popocatepetl und Iztaccihuatl) gemeſſen,

ſiebentauſend Fuß über dem Meere ein weites und räthſelhaftes Lavafeld aufgefunden. Es heißt das Malpais (rauhe Trümmerfeld) von Atlachayacatl, einer niedrigen Trachytkuppe, an deren Abhange der Rio Atlaco entſpringt; und erſtreckt ſich, 60 bis 80 Fuß über die angrenzende Ebene prallig erhoben, von Oſten nach Weſten, alſo rechtwinklig den Vulkanen zulaufend. Von dem indianiſchen Dorfe San Nicolas de los Ranchos bis nach San Buenaventura ſchätzte ich die Länge des Malpais über 18000, ſeine Breite 6000 Fuß. Es ſind ſchwarze, theilweiſe aufgerichtete Lavaſchollen von grauſig wildem Anſehen, nur ſparſam hier und da mit Lichenen überzogen: contraſtirend mit der gelblich weißen Bimsſtein-Decke, die weit umher alles überzieht. Letztere beſteht hier aus grobfaſrigen Fragmenten von 2 bis 3 Zoll Durchmeſſer, in denen bisweilen Hornblende-Kryſtalle liegen. Dieſer gröbere Bimsſtein-Sand iſt von dem ſehr feinkörnigen verſchieden, welcher an dem Vulkan Popocatepetl, nahe am Fels el Frayle und an der ewigen Schneegrenze, das Bergbeſteigen ſo gefährlich macht, weil, wenn er an ſteilen Abhängen ſich in Bewegung ſetzt, die herabrollende Sandmaſſe alles überſchüttend zu vergraben droht. Ob dieſes Lava-Trümmerfeld (im Spaniſchen Malpais, in Sicilien Sciarra viva, in Island Odaada-Hraun) alten, über einander gelagerten Seiten-Ausbrüchen des Popocatepetl angehört oder dem etwas abgerundeten Kegelberg Tetlijolo (Cerro del Corazon de Piedra), kann ich nicht entſcheiden. Geognoſtiſch merkwürdig iſt noch, daß öſtlicher, auf dem Wege nach der kleinen Feſtung Perote, dem alt-aztekiſchen Pinahuizapan, ſich zwiſchen Ojo de Agua, Venta de Soto und el Portachuelo die vulkaniſche Formation von grobfaſrigem, weißem, zerbröckelndem Perlſtein [18] neben einem, wahrſcheinlich tertiären Kalkſtein (Marmol de la Puebla) erhebt.

Dieſer Perlſtein iſt dem der coniſchen Hügel von Zinapecuaro (zwiſchen Mexico und Valladolid) ſehr ähnlich; und enthält, außer Glimmer-Blättchen und Knollen von eingewachſenem Obſidian, auch eine glaſige, bläulich-graue, zuweilen rothe, japis-artige Streifung. Das weite Perlſtein-Gebiet iſt hier mit feinkörnigem Sande verwitterten Perlſteins bedeckt, welchen man auf den erſten Anblick für Granitſand halten könnte und welcher, trotz ſeiner Entſtehungs-Verwandtſchaft, doch von dem eigentlichen, graulich weißen Bimsſtein-Sande leicht zu unterſcheiden iſt. Letzterer gehört mehr der näheren Umgegend von Perote an, dem ſiebentauſend Fuß hohen Plateau zwiſchen den zwei vulkaniſchen, Nord-Süd ſtreichenden Ketten des Popocatepetl und des Orizaba.

Wenn man auf dem Wege von Mexico nach Veracruz von den Höhen des quarzloſen, trachytartigen Porphyrs der Vigas gegen Canoas und Jalapa anfängt herabzuſteigen, überſchreitet man wieder zweimal Trümmerfelder von ſchlackiger Lava: das erſte Mal zwiſchen der Station Parage de Carros und Canoas oder Tochtlacuaya, das zweite Mal zwiſchen Canoas und der Station Casas de la Hoya. Der erſte Punkt wird wegen der vielen aufgerichteten, baſaltiſchen, olivinreichen Lavaſchollen Loma de Tablas; der zweite ſchlechthin el Malpais genannt. Ein kleiner Rücken deſſelben trachytartigen Porphyrs, voll glaſigen Feldſpaths, welcher bei la Cruz blanca und Rio frio (am weſtlichen Abfall der Höhe von las Vigas) dem Arenal (den Perlſtein-Sandfeldern) gegen Oſten eine Grenze ſetzt, trennt die eben genannten beiden Zweige des Trümmerfeldes, die Loma de Tablas und das, um vieles breitere Malpais. Die der Gegend Kundigen unter dem Landvolke behaupten, daß der Schlacken-Streifen ſich gegen Süd-Süd-Weſt, alſo

gegen den Cofre de Perote hin, verlängere. Da ich den Cofre ſelbſt beſtiegen und viele Meſſungen an ihm vorgenommen[19] habe, ſo bin ich wenig geneigt geweſen aus einer, allerdings ſehr wahrſcheinlichen Verlängerung des Lavaſtromes (als ein ſolcher iſt er in meinen Profilen tab. 9 und 11, wie in dem Nivellement barométrique bezeichnet) zu folgern, daß derſelbe jenem, ſo ſonderbar geſtalteten Berge ſelbſt entfloſſen ſei. Der Cofre de Perote, zwar an 1300 Fuß höher als der Pic von Teneriffa, aber unbedeutend im Vergleich mit den Coloſſen Popocatepetl und Orizaba, bildet wie Pichincha einen langen Felsrücken, auf deſſen ſüdlichem Ende der kleine Fels-Cubus (la Peña) ſteht, deſſen Form zu der alt-aztekiſchen Benennung Nauhcampatepetl Anlaß gegeben hat. Der Berg hat mir bei der Beſteigung keine Spur von einem eingeſtürzten Krater, oder von Ausbruch-Mündungen an ſeinen Abhängen; keine Schlackenmaſſen, keine ihm gehörige Obſidiane, Perlſtein oder Bimsſteine gezeigt. Das ſchwärzlich-graue Geſtein iſt ſehr einförmig aus vieler Hornblende und einer Feldſpath-Art zuſammengeſetzt, welche nicht glaſiger Feldſpath (Sanidin), ſondern Oligoklas iſt: was dann die ganze Gebirgsart, welche nicht porös iſt, zu einem diorit-artigen Trachyte ſtempeln würde. Ich ſchildere die Eindrücke, die ich empfangen. Iſt das grauſige, ſchwarze Trümmerfeld (Malpais), bei dem ich hier abſichtlich verweile, um der allzu einſeitigen Betrachtung vulkaniſcher Kraftäußerungen aus dem Inneren entgegenzuarbeiten, auch nicht dem Cofre de Perote ſelbſt an einer Seiten-Oeffnung entfloſſen; ſo kann doch die Erhebung dieſes iſolirten, 12714 Fuß hohen Berges die Veranlaſſung zu der Entſtehung der Loma de Tablas geweſen ſein. Es können bei einer ſolchen Erhebung

weit umher durch Faltung des Bodens Längenſpalten und Spaltengewebe entſtanden ſein, aus denen unmittelbar geſchmolzene Maſſen ohne Bildung eigener Berggerüſte (geöffneter Kegel oder Erhebungs-Krater) ſich bald als dichte Maſſen, bald als ſchlackige Lava ergoſſen haben. Sucht man nicht vergebens in den großen Gebirgen von Baſalt und Porphyrſchiefer nach Centralpunkten (Kraterbergen) oder niedrigeren, umwallten, kreisförmigen Schlünden, denen man ihre gemeinſame Erſcheinung zuſchreiben könnte? Die ſorgfältigſte Trennung deſſen, was in den Erſcheinungen genetiſch verſchieden iſt: formbildend in Kegelbergen mit offen gebliebenen Gipfel-Kratern und Seiten-Oeffnungen; oder in umwallten Erhebungs-Kratern und Maaren; oder theils aufgeſtiegen als geſchloſſene Glockenberge oder geöffnete Kegel, theils ergoſſen aus zuſammenſcharenden Spalten: iſt ein Gewinn für die Wiſſenſchaft. Sie iſt es ſchon deshalb, weil die Mannigfaltigkeit der Anſichten, welche ein erweiterter Horizont der Beobachtung nothwendig hervorruft, die ſtreng kritiſche Vergleichung des Seienden mit dem, wovon man vorgiebt, daß es die einzige Form der Entſtehung ſei, am kräftigſten zur Unterſuchung anregt. Iſt doch auf europäiſchem Boden ſelbſt, auf der, an heißen Quellen reichen Inſel Euböa, zu hiſtoriſchen Zeiten in der großen Ebene von Lelanton (fern von allen Bergen) aus einer Spalte ein mächtiger Lavaſtrom ergoſſen worden.[20]

In der auf die mexicaniſche gegen Süden zunächſt folgenden Vulkan-Gruppe von Central-Amerika, wo 18 Kegel- und Glockenberge als jetzt noch entzündet betrachtet werden können, ſind 4 (Nindiri, el Nuevo, Conſeguina und San Miguel de Bosotlan) als Lavaſtröme gebend erkannt

worden.[21] Die Berge der dritten Vulkan-Gruppe, der von Popayan und Quito, ſtehen bereits ſeit mehr als einem Jahrhundert in dem Rufe keine Lavaſtröme, ſondern nur unzuſammenhangende, aus dem alleinigen Gipfel-Krater ausgeſtoßene, oft reihenartig herabrollende, glühende Schlackenmaſſen zu geben. Dies war ſchon die Meinung[22] von La Condamine, als er im Frühjahr 1743 das Hochland von Quito und Cuenca verließ. Er hatte vierzehn Jahre ſpäter, da er von einer Beſteigung des Veſuvs (4 Juni 1755) zurückkehrte, bei welcher er die Schweſter Friedrichs des Großen, die Markgräfinn von Baireuth, begleitete, Gelegenheit ſich in einer akademiſchen Sitzung über den Mangel von eigentlichen Lavaſtrömen (laves coulées par torrens de matières liquefiées) aus den Vulkanen von Quito lebhaft zu äußern. Das in der Sitzung vom 20 April 1757 geleſene Journal d'un Voyage en Italie erſchien erſt 1762 in den Mémoires der Pariſer Akademie, und iſt für die Geſchichte der Erkennung alter ausgebrannter Vulkane in Frankreich auch darum geognoſtiſch von einiger Wichtigkeit, weil La Condamine in demſelben Tagebuche mit dem ihm eigenen Scharfſinn, ohne von Guettard's, allerdings früheren Behauptungen etwas zu wiſſen[23], ſich ſehr beſtimmt über die Exiſtenz alter Kraterſeen und ausgebrannter Vulkane im mittleren und nördlichen Italien wie im ſüdlichen Frankreich ausſpricht.

Eben dieſer auffallende Contraſt zwiſchen den ſo früh erkannten, ſchmalen und unbezweifelten Lavaſtrömen der Auvergne und der, oft nur allzu abſolut behaupteten Abweſenheit jedes Lava-Erguſſes in den Cordilleren hat mich während der ganzen Dauer meiner Expedition ernſthaft beſchäftigt. Alle meine Tagebücher ſind voll von Betrachtungen über dieſes Problem,

deſſen Löſung ich lange in der abſoluten Höhe der Gipfel und in der Mächtigkeit der Umwallung, d. i. der Einſenkung, trachytiſcher Kegelberge in acht- bis neuntauſend Fuß hohen Bergebenen von großer Breite geſucht habe. Wir wiſſen aber jetzt, daß ein 16000 Fuß hoher, Schlacken auswerfender Vulkan von Quito, der von Macas, ununterbrochen um vieles thätiger iſt als die niedrigen Vulkane Izalco und Stromboli; wir wiſſen, daß die öſtlichen Dom- und Kegelberge, Antiſana und Sangay, gegen die Ebene des Napo und Paſtaza: die weſtlichen, Pichincha, Iliniza und Chimborazo, gegen die Zuflüſſe des ſtillen Oceans hin freie Abhänge haben. Auch unumwallt ragt bei vielen der obere Theil noch acht- bis neuntauſend Fuß hoch über die Hochebene empor. Dazu ſind ja alle dieſe Höhen über der Meeresfläche, welche, wenn gleich nicht ganz mit Recht, als die mittlere Höhe der Erdoberfläche betrachtet wird, unbedeutend in Hinſicht auf die Tiefe, in welcher man den Sitz der vulkaniſchen Thätigkeit und die zur Schmelzung der Geſteinmaſſen nöthige Temperatur vermuthen kann.

Die einzigen ſchmäleren Lava-Ausbrüchen ähnlichen Erſcheinungen, die ich in den Cordilleras von Quito aufgefunden, ſind diejenigen, welche der Bergcoloß des Antiſana, deſſen Höhe ich durch eine trigonometriſche Meſſung auf 17952 Fuß (5833^{m}) beſtimmt habe, darbietet. Da die Geſtaltung hier die wichtigſten Criterien an die Hand giebt, ſo werde ich die ſyſtematiſche und den Begriff der Entſtehung zu eng beſchränkende Benennung Lava gleich anfangs vermeiden und mich nur ganz objectiv der Bezeichnungen von „Felstrümmern“ oder „Schuttwällen“ (traînées de masses volcaniques) bedienen. Das mächtige Gebirge des Antiſana bildet in

12625 Fuß Höhe eine faſt ovalförmige, in langem Durchmeſſer über 12500 Toiſen weite Ebene, aus welcher inſelförmig der mit ewigem Schnee bedeckte Theil des Vulkans aufſteigt. Der höchſte Gipfel iſt abgerundet und domförmig. Der Dom iſt durch einen kurzen, zackigen Rücken mit einem, gegen Norden vorliegenden, abgeſtumpften Kegel verbunden. In der, theils öden und ſandigen, theils mit Gras bedeckten Hochebene (dem Aufenthalt einer ſehr muthigen Stier-Race, welche wegen des geringen Luftdruckes leicht Blut aus Mund und Naſenlöchern ausſtoßen, wenn ſie zu großer Muskel-Anſtrengung angeregt werden) liegt eine kleine Meierei (Hacienda), ein einzelnes Haus, in welchem wir bei einer Temperatur von 3°,7 bis 9° Cent. vier Tage zubrachten. Die große Ebene, keineswegs umwallt, wie in Erhebungs-Kratern, trägt die Spuren eines alten Seebodens. Als Reſt der alten Waſſerbedeckung iſt weſtlich von den Altos de la Moya die Laguna Mica zu betrachten. Am Rande der ewigen Schneegrenze entſpringt der Rio Tinajillas, welcher ſpäter unter dem Namen Rio de Quiros ein Zufluß des Maspa, des Napo und des Amazonenfluſſes wird. Zwei Steinwälle: ſchmale, mauerförmige Erhöhungen, welche ich auf dem von mir aufgenommenen Situationsplane vom Antiſana als coulées de laves bezeichnet habe, und welche die Eingeborenen Volcan de la Hacienda und Yana Volcan (yana bedeutet ſchwarz oder braun in der Oquechhua-Sprache) nennen; gehen bandförmig aus von dem Fuß des Vulkans am unteren Rande der ewigen Schneegrenze, vom ſüdweſtlichen und nördlichen Abhange, und erſtrecken ſich, wie es ſcheint, mit ſehr mäßigem Gefälle, in der Richtung von NO—SW über 2000 Toiſen weit in die Ebene hinein. Sie haben bei ſehr geringer Breite wohl eine Höhe von 180

bis 200 Fuß über dem Boden der Llanos de la Hacienda, de Santa Lucia und del Cuvillan. Ihre Abhänge ſind überall ſehr ſchroff und ſteil, ſelbſt an den Endpunkten. Sie beſtehen in ihrem jetzigen Zuſtande aus ſchaligen, meiſt ſcharfkantigen Felstrümmern eines ſchwarzen baſaltiſchen Geſteins, ohne Olivin und Hornblende, aber ſparſam kleine weiße Feldſpath-Kryſtalle enthaltend. Die Grundmaſſe hat oft einen pechſteinartigen Glanz und enthielt Obſidian eingemengt, welcher beſonders in ſehr großer Menge und noch deutlicher in der ſogenannten Cueva de Antisana zu erkennen war, deren Höhe wir zu 14958 Fuß fanden. Es iſt keine eigentliche Höhle, ſondern ein Schutz, welchen den bergbeſteigenden Viehhirten und alſo auch uns gegen einander gefallene und ſich wechſelſeitig unterſtützende Felsblöcke bei einem furchtbaren Hagelſchauer gewährten. Die Cueva liegt etwas nördlich von dem Volcan de la Hacienda. In den beiden ſchmalen Steinwällen, die das Anſehen erkalteter Lavaſtröme haben, zeigen ſich die Tafeln und Blöcke theils an den Rändern ſchlackig, ja ſchwammartig aufgetrieben; theils verwittert und mit erdigem Schutt gemengt.

Analoge, aber mehr zuſammengeſetzte Erſcheinungen bietet ein anderes, ebenfalls bandartiges Steingerölle dar. Es liegen nämlich an dem öſtlichen Abfall des Antiſana, wohl um 1200 Fuß ſenkrecht tiefer als die Ebene der Hacienda, in der Richtung nach Pinantura und Pintac hin, zwei kleine runde Seen, von denen der nördlichere Anſango, der ſüdlichere Lecheyacu heißt. Der erſte hat einen Inſelfels und wird, was ſehr entſcheidend iſt, von Bimsſtein-Gerölle umgeben. Jeder dieſer Seen bezeichnet den Anfang eines Thales; beide Thäler vereinigen ſich, und ihre erweiterte Fortſetzung führt den Namen

Volcan de Ansango, weil von dem Rande beider Seen ſchmale Felstrümmer-Züge, ganz den zwei Steinwällen der Hochebene, die wir oben beſchrieben haben, ähnlich, nicht etwa die Thäler ausfüllen, ſondern ſich in der Mitte derſelben dammartig bis zu 200 und 250 Fuß Höhe erheben. Ein Blick, auf den Situationsplan geworfen, den ich in dem Atlas géographique et physique meiner amerikaniſchen Reiſe (Pl. 26) veröffentlicht, wird dieſe Verhältniſſe verdeutlichen. Die Blöcke ſind wieder theils ſcharfkantig, theils an den Rändern verſchlackt, ja coakartig gebrannt. Es iſt eine baſaltartige, ſchwarze Grundmaſſe mit ſparſam eingeſprengtem glaſigem Feldſpath; einzelne Fragmente ſind ſchwarzbraun und von mattem Pechſtein-Glanze. So baſaltartig auch die Grundmaſſe erſcheint, fehlt doch ganz in derſelben der Olivin, welcher ſo häufig am Rio Pisque und bei Guallabamba ſich findet, wo ich 68 Fuß hohe und 3 Fuß dicke Baſaltſäulen ſah, die gleichzeitig Olivin und Hornblende eingeſprengt enthalten. In dem Steinwall von Anſango deuten viele Tafeln, durch Verwitterung geſpalten, auf Porphyrſchiefer. Alle Blöcke haben eine gelbgraue Verwitterungs-Kruſte. Da man den Trümmerzug (los derrumbamientos, la reventazon nennen es die ſpaniſch redenden Eingebornen) vom Rio del Molino unfern der Meierei von Pintac aufwärts bis zu den von Bimsſtein umgebenen kleinen Kraterſeen (mit Waſſer gefüllten Schlünden) verfolgen kann, ſo iſt natürlich die Meinung wie von ſelbſt entſtanden, daß die Seen die Oeffnungen ſind, aus welchen die Steinblöcke an die Oberfläche kamen. Wenige Jahre vor meiner Ankunft in dieſer Gegend hatte ohne bemerkbare vorhergegangene Erderſchütterung der Trümmerzug ſich auf der geneigten Fläche Wochen lang in Bewegung geſetzt, und durch den Drang und

Stoß der Steinblöcke waren einige Häuſer bei Pintac umgeſtürzt worden. Der Trümmerzug von Anſango iſt noch ohne alle Spur von Vegetation, die man ſchon, wenn gleich ſehr ſparſam, auf den zwei, gewiß älteren, mehr verwitterten Ausbrüchen der Hochebene von Antiſana findet.

Wie ſoll dieſe Art der Aeußerung vulkaniſcher Thätigkeit benannt[24] werden, deren Wirkung ich ſchildere? Haben wir hier zu thun mit Lavaſtrömen? oder nur mit halb verſchlackten und glühenden Maſſen, die unzuſammenhangend, aber in Zügen, dicht an einander gedrängt (wie in uns ſehr nahen Zeiten am Cotopaxi) ausgeſtoßen werden? Sind die Steinwälle vom Yana-Vulkan und Anſango vielleicht gar feſte fragmentariſche Maſſen geweſen, welche ohne erneuerte Erhöhung der Temperatur aus dem Inneren eines vulkaniſchen Kegelberges, in dem ſie loſe angehäuft und alſo ſchlecht unterſtützt lagen, von Erdbeben erſchüttert und kleine locale Erdbeben erregend, durch Stoß oder Fall getrieben, ausbrachen? Iſt keine der drei angedeuteten, ſo verſchiedenartigen Aeußerungen der vulkaniſchen Thätigkeit hier anwendbar? und ſind die linearen Anhäufungen von Felstrümmern auf Spalten an den Orten, wo ſie jetzt liegen (am Fuß und in der Nähe eines Vulkans), erhoben worden? Die beiden Trümmerwälle in der ſo wenig geneigten Hochebene, Volcan de la Hacienda und Yana Volcan genannt, die ich einſt, doch nur muthmaßlich, als erkaltete Lavaſtröme angeſprochen, ſcheinen mir heute noch, in ſo alter Erinnerung, wenig die letztere Anſicht unterſtützendes darzubieten. Bei dem Volcan de Ansango, deſſen Trümmerreihe man wie ein Strombette bis zu den Bimsſtein-Rändern von zwei kleinen Seen ohne Unterbrechung verfolgen kann, widerſpricht allerdings das

Gefälle, der Niveau-Unterſchied von Pinantura (1482 T.) und Lecheyacu (1900 T.) in einem Abſtande von etwa 7700 T. keineswegs dem, was wir jetzt von den, im Mittelwerthe ſo geringen Neigungs-Winkeln der Lavaſtröme zu wiſſen glauben. Aus dem Niveau-Unterſchiede von 418 T. folgt eine Neigung von 3° 6′. Ein partielles Aufſteigen des Bodens in der Mitte der Thalſohle würde nicht einmal ein Hinderniß ſcheinen, weil Rückſtauungen flüſſiger, thalaufwärts getriebener Maſſen z. B. bei der Eruption des Scaptar Jökul auf Island im Jahr 1783 beobachtet worden ſind (Naumann, Geognoſie Bd. I. S. 160).

Das Wort Lava bezeichnet keine beſondere mineraliſche Zuſammenſetzung des Geſteins; und wenn Leopold von Buch ſagt, daß alles Lava iſt, was im Vulkan fließt und durch ſeine Flüſſigkeit neue Lagerſtätten annimmt: ſo füge ich hinzu, daß auch nicht von neuem Flüſſig-Gewordenes, aber in dem Inneren eines vulkaniſchen Kegels Enthaltenes, ſeine Lagerſtätte verändern kann. Schon in der erſten Beſchreibung[25] meines Verſuchs den Gipfel des Chimborazo zu erſteigen (veröffentlicht erſt 1837 in Schumacher's aſtronomiſchem Jahrbuche) habe ich dieſe Vermuthung geäußert, indem ich von den merkwürdigen „Stücken von Augit-Porphyr ſprach, welche ich am 23 Junius 1802 in achtzehntauſend Fuß Höhe auf dem ſchmalen zum Gipfel führenden Felskamm in loſen Stücken von zwölf bis vierzehn Zoll Durchmeſſer ſammelte. Sie waren kleinzellig, mit glänzenden Zellen, porös und von rother Farbe. Die ſchwärzeſten unter ihnen ſind bisweilen bimsſteinartig leicht und wie friſch durch Feuer verändert. Sie ſind indeß nie in Strömen lavaartig gefloſſen, ſondern wahrſcheinlich auf Spalten an dem Abhange des früher emporgehobenen glockenförmigen Berges herausgeſchoben.“ Dieſe

genetiſche Erklärungsweiſe könnte reichhaltige Unterſtützung finden durch die Vermuthungen Bouſſingault's, der die vulkaniſchen Kegel ſelbſt „als einen Haufen ohne alle Ordnung über einander gethürmter, in ſtarrem Zuſtande gehobener, eckiger Trachyt-Trümmer betrachtet. Da nach der Aufhäufung die zertrümmerten Felsmaſſen einen größeren Raum als vor der Zertrümmerung einnehmen, ſo bleiben zwiſchen ihnen große Höhlungen, indem durch Druck und Stoß (die Wirkung der vulkaniſchen Dampfkraft abgerechnet) Bewegung entſteht.“ Ich bin weit entfernt an dem partiellen Vorkommen ſolcher Bruchſtücke und Höhlungen, die ſich in den Nevados mit Waſſer füllen, zu zweifeln: wenn auch die ſchönen, regelmäßigen, meiſt ganz ſenkrechten Trachyt-Säulen vom Pico de los Ladrillos und Tablahuma am Pichincha, und vor allem über dem kleinen Waſſerbecken Yana-Cocha am Chimborazo mir an Ort und Stelle gebildet ſcheinen. Mein theurer und vieljähriger Freund Bouſſingault, deſſen chemiſch-geognoſtiſche und meteorologiſche Anſichten ich immer gern theile, hält, was man den Vulkan von Anſango nennt und was mir jetzt eher als ein Trümmer-Ausbruch aus zwei kleinen Seiten-Kratern (am weſtlichen Antiſana, unterhalb des Chuſſulongo) erſcheint, für Hebung von Blöcken [26] auf langen Spalten. Er bringt, da er 30 Jahre nach mir ſelbſt dieſe Gegend ſcharfſinnig durchforſcht hat, auf die Analogie, welche ihm die geognoſtiſchen Verhältniſſe des Ausbruchs von Anſango zum Antiſana und des Yana-Urcu, von dem ich einen beſonderen Situationsplan aufgenommen, zum Chimborazo darzubieten ſcheinen. Zu dem Glauben an eine Erhebung auf Spalten unmittelbar unter der ganzen linearen Erſtreckung des Trümmerzuges von Anſango war ich weniger

geneigt, da dieſer Trümmerzug, wie ich ſchon mehrmals erinnert, an ſeiner oberen Extremität auf die zwei, jetzt mit Waſſer bedeckten Schlünde hinweiſt. Unfragmentariſche, mauerartige Erhebungen von großer Länge und gleichmäßiger Richtung ſind mir übrigens gar nicht fremd, da ich ſie in unſerer Hemiſphäre, in der chineſiſchen Mongolei, in flözartig gelagerten Granitbänken geſehen und beſchrieben habe. [27]

Der Antiſana hat einen Feuerausbruch [28] im Jahr 1590 und einen anderen im Anfange des vorigen Jahrhunderts, wahrſcheinlich 1728, gehabt. Nahe dem Gipfel an der nord-nord-öſtlichen Seite bemerkt man eine ſchwarze Felsmaſſe, auf der ſelbſt friſch gefallener Schnee nicht haftet. An dieſem Punkte ſah man im Frühjahr 1801 mehrere Tage lang, zu einer Zeit, wo der Gipfel auf allen Seiten völlig frei von Gewölk war, eine ſchwarze Rauchſäule aufſteigen. Wir gelangten, Bonpland, Carlos Montufar und ich, am 16 März 1802 auf einer Felsgräte, die mit Bimsſtein und ſchwarzen, baſaltartigen Schlacken bedeckt war, in der Region des ewigen Schnees bis 2837 Toiſen, alſo 2213 Fuß höher als der Montblanc. Der Schnee war, was unter den Tropen ſo ſelten iſt, feſt genug, um uns an mehreren Punkten neben der Felsgräte zu tragen (Luft-Temperatur — 1°,8 bis + 1°,4 Cent.). An dem mittägigen Abhange, welchen wir nicht beſtiegen, an der Piedra de azufre, wo ſich Geſtein-Schalen bisweilen durch Verwitterung von ſelbſt ablöſen, findet man reine Schwefelmaſſen von 10 bis 12 Fuß Länge und 2 Fuß Dicke; Schwefelquellen fehlen in der Umgegend.

Obgleich in der öſtlichen Cordillere der Vulkan Antiſana und beſonders ſein weſtlicher Abhang (von Anſango und Pinantura gegen das Dörfchen Pedregal hin) durch den

ausgebrannten Vulkan Paſſuchoa [29] mit ſeinem weit erkennbaren Krater (la Peila), durch den Nevado Sinchulahua und den niedrigeren Rumiñaui vom Cotopari getrennt ſind; ſo iſt doch eine gewiſſe Aehnlichkeit zwiſchen den Gebirgsarten beider Coloſſe. Vom Quinche an hat die ganze öſtliche Andeskette Obſidian hervorgebracht; und doch gehören el Quinche, Antiſana und Paſſuchoa zu dem Baſſin, in welchem die Stadt Quito liegt, während Cotopari ein anderes Baſſin begrenzt: das von Lactacunga, Hambato und Riobamba. Der kleine Bergknoten der Altos von Chiſinche trennt nämlich, einem Damme gleich, die beiden Becken; und, was dieſer Kleinheit wegen auffallend genug iſt: die Waſſer des nördlichen Abfalles von Chiſinche gehen durch die Rios de San Pedro, de Pita und de Guallabamba in die Südſee, wenn die des ſüdlichen Abhanges durch den Rio Alaques und de San Felipe dem Amazonenſtrom und dem atlantiſchen Ocean zufließen. Die Gliederung der Cordilleren durch Bergknoten und Bergdämme (bald niedrig, wie die eben genannten Altos; bald an Höhe gleich dem Montblanc, wie am Wege über den Paso del Assuay) ſcheint ein neueres und auch minder wichtiges Phänomen zu ſein als die Erhebung der getheilten parallelen Bergzüge ſelbſt. Wie der Cotopari, der mächtigſte aller Vulkane von Quito, viele Analogie in dem Trachyt-Geſtein mit dem Antiſana darbietet, ſo findet man auch an den Abhängen des Cotopari und in größerer Zahl die Reihen von Felsblöcken (Trümmerzüge) wieder, welche uns oben lange beſchäftigt haben.

Es lag den Reiſenden beſonders daran dieſe Reihen bis an ihren Urſprung oder vielmehr bis dahin zu verfolgen, wo ſie unter der ewigen Schneedecke verborgen liegen. Wir ſtiegen an dem ſüdweſtlichen Abhange des Vulkans von Mulalo (Mulahalo) aus,

längs dem Rio Allaques, der ſich aus dem Rio de los Baños und dem Rio Barrancas bildet, nach Panſache (11322 Fuß) aufwärts, wo wir die geräumige Casa del Paramo in der Grasebene (el Pajonal) bewohnten. Obgleich ſporadiſch bis dahin viel nächtlicher Schnee gefallen war, ſo gelangten wir doch öſtlich von dem vielberufenen Inga-Kopf (Cabeza del Inga) erſt in die Quebrada und Reventazon de las Minas, und ſpäter noch öſtlicher über das Alto de Suniguaicu bis zur Schlucht des Löwenberges (Puma-Urcu), wo das Barometer doch nur erſt eine Höhe von 2263 Toiſen oder 13578 Fuß anzeigte. Ein anderer Trümmerzug, den wir aber bloß aus der Entfernung ſahen, hat ſich vom öſtlichen Theile des mit Schnee bedeckten Aſchenkegels gegen den Rio Negro (Zufluß des Amazonenſtroms) und gegen Valle vicioso hin bewegt. Ob dieſe Blöcke als glühende, nur an den Rändern geſchmolzene Schlackenmaſſen, — bald eckig, bald rundlich, von 6 bis 8 Fuß Durchmeſſer; ſelten ſchalig, wie es die des Antiſana ſind —, alle aus dem Gipfel-Krater zu großen Höhen ausgeworfen, an den Abhang des Cotopari herabgefallen und durch den Sturz der geſchmolzenen Schneewaſſer in ihrer Bewegung beſchleunigt worden ſind; oder ob ſie, ohne durch die Luft zu kommen, aus Seitenſpalten des Vulkans ausgeſtoßen wurden, wie das Wort reventazon andeuten würde: bleibt ungewiß. Von Suniguaicu und der Quebrada del Mestizo bald zurückkehrend, unterſuchten wir den langen und breiten Rücken, welcher, von NW in SO ſtreichend, den Cotopari mit dem Nevado de Quelendaña verbindet. Hier fehlen die gereihten Blöcke, und das Ganze ſcheint eine dammartige Erhebung, auf deren Rücken der kleine Kegelberg el Morro und, dem hufeiſenförmigen Quelendaña näher, mehrere Sümpfe, wie auch zwei kleine Seen (Lagunas

de Yauricocha und de Verdecocha) liegen. Das Geſtein des Morro und der ganzen linearen vulkaniſchen Erhebung war grünlich grauer Porphyrſchiefer, in achtzöllige Schichten abgeſondert, die ſehr regelmäßig mit 60° nach Oſten fielen. Von eigentlichen Lavaſtrömen war nirgends eine Spur.[30]

Wenn auf der bimsſteinreichen Inſel Lipari, nördlich von Caneto, aus dem wohlerhaltenen, ausgebrannten Krater des Monte di Campo Bianco ein Lavaſtrom von Bimsſtein und Obſidian ſich gegen das Meer herabzieht, in welchem die Faſern der erſten Subſtanz merkwürdig genug der Richtung des Stromes parallel laufen[31]; ſo bieten dagegen, nach meiner Unterſuchung der örtlichen Verhältniſſe, die ausgedehnten Bimsſtein-Brüche eine Meile von Lactacunga eine Analogie mit jenem Vorkommen auf Lipari dar. Dieſe Brüche, in denen der Bimsſtein, in horizontale Bänke getheilt, ganz das Anſehen von einem anſtehenden Geſteine hat, erregten ſchon (1737) das Erſtaunen von Bouguer.[32] »On ne trouve«, ſagt er, »sur les montagnes volcaniques que de simples fragments de pierre-ponce d'une certaine grosseur; mais à 7 lieues au sud du Cotopaxi, dans un point qui répond à notre dixième triangle, la pierre-ponce forme des rochers entiers; ce sont des bancs parallèles de 5 à 6 pieds d'épaisseur dans un espace de plus d'une lieue carrée. On n'en connoît pas la profondeur. Qu'on s'imagine, quel feu il a fallu pour mettre en fusion cette masse énorme, et dans l'endroit même où elle se trouve aujourd'hui: car on reconnoît aisément qu'elle n'a pas été dérangée et qu'elle s'est refroidie dans l'endroit où elle a été liquifiée. On a dans les environs profité du voisinage de cette immense carrière: car la petite ville de Lactacunga, avec de très jolis édifices,

est entièrement bâtie de pierre-ponce depuis le tremblement de terre qui la renversa en 1698.«

Die Bimsſtein-Brüche liegen bei dem Indianer-Dorfe San Felipe, in den Hügeln von Guapulo und Zumbalica, welche 480 Fuß über der Hochebene und 9372 Fuß über der Meeresfläche erhoben ſind. Die oberſten Bimsſtein-Schichten ſind alſo fünf- bis ſechshundert Fuß unter dem Niveau von Mulalo, der einſt architectoniſch ſchönen, durch häufige Erdſtöße aber ganz zertrümmerten Villa des Marques de Maenza (am Fuß des Cotopari), ebenfalls von Bimsſtein-Blöcken erbaut. Die unterirdiſchen Brüche ſind von den beiden thätigen Vulkanen Tungurahua und Cotopari ungleich entfernt: von erſterem 8 geogr. Meilen, dem letzteren um die Hälfte näher. Man gelangt zu ihnen durch einen Stollen. Die Arbeiter verſichern, daß man aus den horizontalen, feſten Schichten, von denen einige wenige mit lettigem Bimsſtein-Schutt umgeben ſind, vierkantige, durch keine ſeigere Queerklüfte getrennte Blöcke von 20 Fuß erlangen könnte. Der Bimsſtein, theils weiß, theils bläulich grau, iſt ſehr fein- und langfaſrig, von ſeidenartigem Glanze. Die parallelen Faſern haben bisweilen ein knotiges Anſehen, und zeigen dann eine ſonderbare Structur. Die Knoten werden durch 1 bis 1½ Linien breite, rundliche Brocken von feinporigem Bimsſtein gebildet, um welche ſich lange Faſern zum Einſchluſſe krümmen. Bräunlich ſchwarzer Glimmer in ſechsſeitigen kleinen Tafeln, weiße Oligoklas-Kryſtalle und ſchwarze Hornblende ſind darin ſparſam zerſtreut; dagegen fehlt ganz der glaſige Feldſpath, welcher ſonſt wohl (Camaldoli bei Neapel) im Bimsſtein vorkommt. Der Bimsſtein des Cotopari iſt von dem der Zumbalica-Brüche ſehr verſchieden[33]: er iſt kurzfaſrig; nicht parallel, ſondern

verworren gekrümmt. Magneſia-Glimmer iſt aber nicht bloß den Bimsſteinen eigen, ſondern auch der Grundmaſſe des Trachyts [34] vom Cotopari nicht fremd. Dem ſüdlicher gelegenen Vulkan Tungurahua ſcheint der Bimsſtein ganz zu fehlen. Von Obſidian iſt in der Nähe der Steinbrüche von Zumbalica keine Spur, aber in ſehr großen Maſſen habe ich ſchwarzen Obſidian von muſchligem Bruch in bläulich grauen, verwitterten Perlſtein eingewachſen gefunden unter den vom Cotopari ausgeſtoßenen und bei Mulalo liegenden Blöcken. Fragmente davon werden in der königlichen Mineralien-Sammlung zu Berlin aufbewahrt. Die hier beſchriebenen Bimsſtein-Brüche, vier deutſche Meilen vom Fuß des Cotopari entfernt, ſcheinen daher ihrer mineralogiſchen Beſchaffenheit nach jenem Kegelberge ganz fremd zu ſein, und mit demſelben nur in dem Zuſammenhange zu ſtehen, welchen alle Vulkane von Paſto und Quito mit dem, viele hundert Quadratmeilen einnehmenden, vulkaniſchen Heerde der Aequatorial-Cordilleren darbieten. Sind dieſe Bimsſteine das Centrum und Innere eines eigenen Erhebungs-Kraters geweſen, deſſen äußere Umwallung in den vielen Umwälzungen, welche die Oberfläche der Erde hier erlitten hat, zerſtört worden iſt? oder ſind ſie bei den älteſten Faltungen der Erdrinde hier auf Spalten horizontal in ſcheinbarer Ruhe abgelagert worden? Denn die Annahme von wäſſrigen Sediment-Anſchwemmungen, wie ſie ſich bei den vulkaniſchen, mit Pflanzenreſten und Muſcheln gemengten Tuffmaſſen oft zeigen, iſt mit noch größeren Schwierigkeiten verbunden.

Dieſelben Fragen regt die große, von allem intumeſcirten vulkaniſchen Gerüſte entfernte Maſſe von Bimsſtein an, die ich in der Cordillere von Paſto zwiſchen Mamendoy und dem Cerro del Pulpito, neun geographiſche Meilen nördlich vom thätigen

Vulkan von Paſto, am Rio Mayo fand. Leopold von Buch hat auch auf einen ähnlichen, von Meyen beſchriebenen, ganz iſolirten Ausbruch von Bimsſtein, der als Gerölle einen 300 Fuß hohen Hügel bildet, in Chili, öſtlich von Valparaiſo, bei dem Dorfe Tollo, aufmerkſam gemacht. Der im Aufſteigen Juraſchichten erhebende Vulkan Maypo iſt noch zwei volle Tagereiſen von dieſem Bimsſtein-Ausbruch entfernt.[35] Auch der preußiſche Geſandte in Waſhington, Friedrich von Gerolt, dem wir die erſten geognoſtiſch colorirten Karten von Mexico verdanken, erwähnt „einer unterirdiſchen Gewinnung von Bimsſtein zu Bauten“ bei Huichapa, 8 geogr. Meilen ſüdöſtlich von Queretaro, fern von allen Vulkanen.[36] Der geologiſche Erforſcher des Caucaſus, Abich, iſt zufolge ſeiner eigenen Beobachtungen zu glauben geneigt, daß am nördlichen Abfall der Centralkette des Elburuz die mächtige Eruption von Bimsſtein bei dem Dorfe Tſchegem, in der kleinen Kabarda, als eine Spaltenwirkung viel älter ſei wie das Aufſteigen des, ſehr fernen, eben genannten Kegelberges.

Wenn demnach die vulkaniſche Thätigkeit des Erdkörpers durch Ausſtrahlung der Wärme gegen den Weltraum bei Verminderung ſeiner urſprünglichen Temperatur und im Zuſammenziehen der oberen erkaltenden Schichten Spalten und Faltungen (fractures et rides), alſo gleichzeitig Senkung der oberen und Emportreibung der unteren Theile[37], erzeugt; ſo iſt natürlich als Maaß und Zeugen dieſer Thätigkeit in den verſchiedenen Regionen der Erde die Zahl der erkennbar gebliebenen, aus den Spalten aufgetriebenen, vulkaniſchen Gerüſte (der geöffneten Kegel- und domförmigen Glockenberge) betrachtet worden. Man hat mehrfach und oft ſehr unvollkommen dieſe Zählung verſucht; Auswurfs-Hügel und Solfataren,

die zu einem und demſelben Syſteme gehören, wurden als beſondere Vulkane aufgeführt. Die Größe der Erdräume, welche bisher im Inneren der Continente allen wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen verſchloſſen bleiben, iſt für die Gründlichkeit dieſer Arbeit ein nicht ſo bedeutendes Hinderniß geweſen, als man gewöhnlich glaubt, da Inſeln und den Küſten nahe Regionen im ganzen der Hauptſitz der Vulkane ſind. In einer numeriſchen Unterſuchung, welche nach dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe nicht zum völligen Abſchluß gebracht werden kann, iſt ſchon viel gewonnen, wenn man zu einem Reſultat gelangt, das als eine untere Grenze zu betrachten iſt; wenn mit großer Wahrſcheinlichkeit beſtimmt werden kann, auf wie vielen Punkten das flüſſige Innere der Erde noch in hiſtoriſcher Zeit mit der Atmoſphäre in lebhaftem Verkehr geblieben iſt. Eine ſolche Lebhaftigkeit äußert ſich dann und meiſt gleichzeitig in Ausbrüchen aus vulkaniſchen Gerüſten (Kegelbergen), in der zunehmenden Wärme und Entzündlichkeit der Thermal- und Naphtha-Quellen, in der vermehrten Ausdehnung der Erſchütterungskreiſe: Erſcheinungen, welche alle in innigem Zuſammenhange und in gegenſeitiger Abhängigkeit von einander ſtehen.[38] Leopold von Buch hat auch hier wieder das große Verdienſt, in den Nachträgen zu der phyſicaliſchen Beſchreibung der canariſchen Inſeln, zum erſten Male unternommen zu haben die Vulkan-Syſteme des ganzen Erdkörpers, nach gründlicher Unterſcheidung von Central- und Reihen-Vulkanen, unter Einen kosmiſchen Geſichtspunkt zu faſſen. Meine eigene neueſte und ſchon darum wohl vollſtändigere Aufzählung, nach Grundſätzen unternommen, welche ich oben (S. 289 und 309) bezeichnet: alſo ungeöffnete Glockenberge, bloße Ausbruch-Kegel ausſchließend; giebt als

wahrſcheinliche untere Grenzzahl (nombre limite inférieur), ein Reſultat, das von allen früheren beträchtlich abweicht. Sie ſtrebt die Vulkane zu bezeichnen, welche thätig in die hiſtoriſche Zeit eingetreten ſind.

Es iſt mehrfach die Frage angeregt worden, ob in den Theilen der Erdoberfläche, in welchen die meiſten Vulkane zuſammengedrängt ſind und wo die Reaction des Erd-Inneren auf die ſtarre (feſte) Erdkruſte ſich am thätigſten zeigt, der geſchmolzene Theil vielleicht der Oberfläche näher liege? Welches auch der Weg iſt, den man einſchlägt, die mittlere Dicke der feſten Erdkruſte in ihrem Maximum zu beſtimmen: ſei es der rein mathematiſche, welchen die theoretiſche Aſtronomie eröffnen ſoll [39]; oder der einfachere, welcher auf das Geſetz der mit der Tiefe zunehmenden Wärme in dem Schmelzungsgrade der Gebirgsarten gegründet iſt [40]: ſo bietet die Löſung dieſes Problems doch noch eine große Zahl jetzt unbeſtimmbarer Größen dar. Als ſolche ſind zu nennen: der Einfluß eines ungeheuren Druckes auf die Schmelzbarkeit; die ſo verſchiedene Wärmeleitung heterogener Gebirgsarten; die ſonderbare, von Edward Forbes behandelte Schwächung der Leitungsfähigkeit bei großer Zunahme der Temperatur; die ungleiche Tiefe des oceaniſchen Beckens; die localen Zufälligkeiten in dem Zuſammenhange und der Beſchaffenheit der Spalten, welche zu dem flüſſigen Inneren hinabführen! Soll die größere Nähe der oberen Grenzſchicht des flüſſigen Inneren in einzelnen Erdregionen die Häufigkeit der Vulkane und den mehrfacheren Verkehr zwiſchen der Tiefe und dem Luftkreiſe erklären, ſo kann allerdings dieſe Nähe wiederum abhangen: entweder von dem relativen mittleren Höhen-Unterſchiede des Meeresbodens und der Continente; oder von der ungleichen ſenkrechten Tiefe, in welcher unter

verſchiedenen geographiſchen Längen und Breiten ſich die Oberfläche der geſchmolzenen, flüſſigen Maſſe befindet. Wo aber fängt eine ſolche Oberfläche an? giebt es nicht Mittelgrade zwiſchen vollkommener Starrheit und vollkommener Verſchiebbarkeit der Theile? Uebergänge, die bei den Streitigkeiten über den Zuſtand der Zähigkeit einiger plutoniſcher und vulkaniſcher Gebirgs-Formationen, welche an die Oberfläche erhoben worden, ſo wie bei der Bewegung der Gletſcher oft zur Sprache gekommen ſind? Solche Mittelzuſtände entziehen ſich einer mathematiſchen Betrachtung eben ſo ſehr wie der Zuſtand des ſogenannten flüſſigen Inneren unter einer ungeheuren Compreſſion. Wenn es ſchon an ſich nicht ganz wahrſcheinlich iſt, daß die Wärme überall fortfahre mit der Tiefe in arithmetiſcher Progreſſion zu wachſen, ſo können auch locale Zwiſchen-Störungen eintreten, z. B. durch unterirdiſche Becken (Höhlungen in der ſtarren Maſſe), welche von Zeit zu Zeit von unten theilweiſe mit flüſſiger Lava und darauf ruhenden Dämpfen angefüllt ſind.[41] Dieſe Höhlungen läßt ſchon der unſterbliche Verfaſſer der Protogäa eine Rolle ſpielen in der Theorie der abnehmenden Centralwärme: »Postremo credibile est contrahentem se refrigeratione crustam *bullas* reliquisse, ingentes pro rei magnitudine, id est sub vastis fornicibus *cavitates*.«[42] Je unwahrſcheinlicher es iſt, daß die Dicke der ſchon erſtarrten Erdkruſte in allen Gegenden dieſelbe ſei, deſto wichtiger iſt die Betrachtung der Zahl und der geographiſchen Lage der noch in hiſtoriſchen Zeiten geöffnet geweſenen Vulkane. Eine ſolche Betrachtung der Geographie der Vulkane kann nur durch oft erneuerte Verſuche vervollkommnet werden.

I. Europa.

Aetna
Volcano in den Liparen
Stromboli
Ischia
Vesuv
Santorin
Lemnos:

alle zum großen Becken des mittelländischen Meeres, aber zu den europäischen Ufern desselben, nicht zu den afrikanischen, gehörig; alle 7 Vulkane in bekannten historischen Zeiten noch thätig; der brennende Berg Mosychlos auf Lemnos, welchen Homer den Lieblingssitz des Hephästos nennt, erst nach den Zeiten des großen Macedoniers sammt der Insel Chryse durch Erdstöße zertrümmert und in den Meeresfluthen versunken (Kosmos Bd. I. S. 256 und 456 Anm. 9; Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. II. Abth. 1. S. 198). Die große, seit fast 1900 Jahren (186 vor Chr. bis 1712 unserer Zeitrechnung) sich mehrmals wiederholende Hebung der drei Kaimenen in der Mitte des Golfs von Santorin (theilweise umschlossen von Thera, Therasia und Aspronisi) hat bei dem Entstehen und Verschwinden auffallende Aehnlichkeit gehabt mit dem, freilich sehr kleinen Phänomen der temporären Bildung der Insel, welche man Graham, Julia und Ferdinandea nannte, zwischen Sciacca und Pantellaria. Auf der Halbinsel Methana, deren wir schon oft erwähnt (Kosmos Bd. I. S. 453, Bd. IV. Anm. 86 zu S. 273), sind deutliche Spuren vulkanischer Ausbrüche im rothbraunen Trachyt, der aus dem

Kalkſtein aufſteigt bei Kaïmenochari und Kaïmeno (Curtius, Pelop. Bd. II. S. 439).

Vor-hiſtoriſche Vulkane mit friſchen Spuren von Lava-Erguß aus Krateren ſind, von Norden nach Süden aufgezählt: die der Eifel (Moſenberg, Geroldſtein) am nördlichſten; der große Erhebungs-Krater, in welchem Schemnitz liegt; Auvergne (Chaîne des Puys oder der Monts Dômes, le Cône du Cantal, les Monts-Dore); Vivarais, in welchem die alten Laven aus Gneiß ausgebrochen ſind (Coupe d'Aysac und Kegel von Montpezat); Velay: Schlacken-Ausbrüche, von denen keine Laven ausgehen; die Euganeen; das Albaner-Gebirge, Rocca Monfina und Vultur bei Teano und Melfi; die ausgebrannten Vulkane um Olot und Caſtell Follit in Catalonien [43]; die Inſelgruppe las Columbretes nahe der Küſte von Valencia (die ſichelförmige größere Inſel Colubraria der Römer: auf der Montcolibre, nach Capt. Smyth Br. 39° 54′, voll Obſidians und zelligen Trachyts); die griechiſche Inſel Niſyros, eine der karpathiſchen Sporaden: von ganz runder Geſtalt, in deren Mitte auf einer Höhe von 2130 F. nach Roß ein umwallter, tiefer Keſſel mit einer ſtark detonirenden Solfatare liegt, aus welcher einſt ſtrahlförmig, jetzt kleine Vorgebirge bildende Lavaſtröme ſich in das Meer ergoſſen, vulkaniſche Mühlſteine liefernd noch zu Strabo's Zeit (Roß, Reiſen auf den griech. Inſeln Bd. II. S. 69 und 72—78). Für die britiſchen Inſeln ſind hier wegen des Alters der Formationen noch zu erwähnen die merkwürdigen Einwirkungen unterſeeiſcher Vulkane auf die Schichten der Unter-Silur-Formation (Llandeilo-Bildung), indem vulkaniſche zellige Fragmente in dieſe Schichten eingebacken ſind, und nach Sir Roderick Murchiſon's wichtiger Beobachtung ſelbſt eruptive

Trappmaſſen in den Corndon-Bergen in unter-ſiluriſche Schichten eindringen (Shropſhire und Montgomeryſhire) [44]; die Gang-Phänomene der Inſel Arran: und die anderen Punkte, in denen das Einſchreiten vulkaniſcher Thätigkeit ſichtbar iſt, ohne daß Spuren eigener Gerüſte aufgefunden werden.

II. Inſeln des atlantiſchen Meeres.

Vulkan Eſk auf der Inſel Jan Mayen: von dem verdienſtvollen Scoresby erſtiegen und nach ſeinem Schiffe benannt; Höhe kaum 1500 F. Ein offner, nicht entzündeter Gipfel-Krater; pyroxen-reicher Baſalt und Traß.

Südweſtlich vom Eſk, nahe bei dem Nordcap der Eier-Inſel, ein anderer Vulkan, der im April 1818 von 4 zu 4 Monaten hohe Aſchen-Ausbrüche zeigte.

Der 6448 F. hohe Beerenberg, in dem breiten nordöſtlichen Theile von Jan Mayen (Br. 71° 4'), iſt nicht als Vulkan bekannt. [45]

Vulkane von Island: Oeräfa, Hekla, Rauda-Kamba ...

Vulkan der azoriſchen Inſel Pico [46]: großer Lava-Ausbruch vom 1 Mai bis 5 Juni 1800

Pic von Teneriffa

Vulkan von Fogo [47], einer der capverdiſchen Inſeln.

Vorhiſtoriſche vulkaniſche Thätigkeit: Es iſt dieſelbe auf Island weniger beſtimmt an gewiſſe Centra gebunden. Wenn man mit Sartorius von Waltershauſen die Vulkane der Inſel in zwei Claſſen theilt, von denen die der einen nur Einen Ausbruch gehabt haben, die der anderen auf derſelben Hauptſpalte wiederholt Lavaſtröme ergießen: ſo ſind zu der erſteren Rauda-Kamba, Scaptar, Ellidavatan, ſüdöſtlich von Reykjavik

. . .; zu der zweiten, welche eine dauerndere Individualität zeigt, die zwei höchſten Vulkane von Island, Oeräſa (über 6000 Fuß) und Snaefiall, Hekla .... zu rechnen. Der Snaefiall iſt ſeit Menſchengedenken nicht in Thätigkeit geweſen, während der Oeräſa durch die furchtbaren Ausbrüche von 1362 und 1727 bekannt iſt (Sart. von Waltershauſen, phyſ. geogr. Skizze von Island S. 108 und 112). — Auf Madera [48] können die beiden höchſten Berge: der 5685 Fuß hohe, kegelförmige Pico Ruivo und der wenig niedrigere Pico de Torres, mit ſchlackigen Laven an den ſteilen Abhängen bedeckt, nicht als die central wirkenden Punkte der vormaligen vulkaniſchen Thätigkeit auf der ganzen Inſel betrachtet werden, da in vielen Theilen derſelben, beſonders gegen die Küſten hin, Eruptions-Oeffnungen, ja ein großer Krater, der der Lagoa bei Machico, gefunden werden. Die Laven, durch Zuſammenfluß verdickt, ſind nicht als einzelne Ströme weit zu verfolgen. Reſte alter Dicotyledonen- und Farrn-Vegetation, von Charles Bunbury genau unterſucht, finden ſich vergraben in gehobenen vulkaniſchen Tuff- und Lettenſchichten, bisweilen von neuerem Baſalte bedeckt. — Fernando de Noronha, lat. 3° 50′ S. und 2° 27′ öſtlich von Pernambuco: eine Gruppe ſehr kleiner Inſeln; hornblende-haltige Phonolith-Felſen; kein Krater: aber Gangklüfte, gefüllt mit Trachyt und baſaltartigem Mandelſtein, weiße Tufflagen durchſetzend [49]. — Inſel Aſcenſion, im höchſten Gipfel 2690 Fuß: Baſaltlaven mit mehr eingeſprengtem glaſigem Feldſpath als Olivin und wohl begrenzten Strömen, bis zu dem Ausbruch-Kegel von Trachyt zu verfolgen. Die letztere Gebirgsart von lichten Farben, oft tuffartig aufgelöſt, herrſcht im Inneren und im Südoſten der Inſel. Die von Green Mountain ausgeworfenen Schlacken-

maſſen enthalten eingebacken ſyenit- und granithaltige, eckige Fragmente[50], welche an die der Laven von Jorullo erinnern. Weſtlich von Green Mountain findet ſich ein großer offener Krater. Vulkaniſche Bomben, theilweis hohl, bis 10 Zoll im Durchmeſſer, liegen in zahlloſer Menge zerſtreut umher; auch große Maſſen von Obſidian. — Sanct Helena: die ganze Inſel vulkaniſch; im Inneren mehr feldſpathartige Lavaſchichten; gegen die Küſte hin Baſaltgeſtein, von zahlloſen Gängen (dikes) durchſetzt: wie am Flagstaff-Hill. Zwiſchen Diana Peak und Nest-Lodge, in der Central-Bergreihe, der halbmondartig gekrümmte, ſteigere Abſturz und Reſt eines weiten, zerſtörten Kraters, voll Schlacken und zelliger Lava (»the mere wreck[51] of one great crater is left«). Die Lavenſchichten nicht begrenzt, und daher nicht als eigentliche Ströme von geringer Breite zu verfolgen. — Triſtan da Cunha (Br. 37° 3′ ſüdl., Lg. 13° 48′ weſtl.), ſchon 1506 von den Portugieſen entdeckt; eine zirkelrunde kleine Inſel von 1½ geographiſchen Meilen im Durchmeſſer, in deren Centrum ein Kegelberg liegt, den Cap. Denham als von ohngefähr 7800 Par. Fuß Höhe und von vulkaniſchem Geſtein zuſammengeſetzt beſchreibt (Dr. Petermann's geogr. Mittheilungen 1855 No. III. S. 84). Südöſtlich, aber im 53° ſüdlicher Breite, liegt die, ebenfalls vulkaniſche Thompſons-Inſel; zwiſchen beiden in gleicher Richtung Gough-Inſel, auch Diego Alvarez genannt. Deception-Inſel, ein ſchmaler, eng geöffneter Ring (ſüdl. Br. 62° 55′); und Bridgman's-Inſel, zu der South Shetlands-Gruppe gehörig: beide vulkaniſch, Schichten von Eis, Bimsſtein, ſchwarzer Aſche und Obſidian; perpetuirlicher Ausbruch heißer Dämpfe (Kendal im Journal of the Geogr. Soc. Vol. I. 1831 p. 62). Im Februar 1842 ſah man die Deception-Inſel gleichzeitig

an 13 Punkten im Ringe Flammen geben (Dana in der U. St. Explor. Exped. Vol. X. p. 548). Auffallend iſt es, daß, da ſo viele andere Inſeln im atlantiſchen Meere vulkaniſch ſind, weder das ganz flache Inſelchen St. Paul (Peñedo de S. Pedro), einen Grad nördlich vom Aequator (ein wenig blättriger Grünſtein-Schiefer, in Serpentin übergehend[52]); noch die Malouinen (mit ihren quarzigen Thonſchiefern), Süd-Georgien oder das Sandwich-Land vulkaniſches Geſtein darzubieten ſcheinen. Dagegen wird eine Region des atlantiſchen Meeres, ohngefähr 0° 20′ ſüdlich vom Aequator, lg. 22° weſtl., für den Sitz eines unterſeeiſchen Vulkans gehalten.[53] Kruſenſtern hat in dieſer Nähe ſchwarze Rauchſäulen aus dem Meere aufſteigen ſehen (19 Mai 1806), und der aſiatiſchen Societät zu Calcutta iſt 1836, zweimal an demſelben Punkte (ſüdöſtlich von dem oben genannten Felſen von St. Paul) geſammelte, vulkaniſche Aſche vorgezeigt worden. Nach ſehr genauen Unterſuchungen von Dauſſy, ſind von 1747 bis zu Kruſenſtern's Weltumſegelung ſchon fünfmal und von 1806 bis 1836 ſiebenmal in dieſer Volcanic Region, wie ſie auf der neueſten ſchönen amerikaniſchen Karte des Lieut. Samuel Lee (Track of the surveying Brig Dolphin 1854) genannt wird, ſeltſame Schiffsſtöße und Aufwallungen des Meeres bemerkt worden, welche man dem durch Erdbeben erſchütterten Meeresboden zuſchrieb. Doch iſt neuerlichſt auf der Expedition der Brig Delphin (Jan. 1852), welche „wegen Krusenstern's Volcano" die Inſtruction hatte, zwiſchen dem Aequator und 7° ſüdl. Breite bei lg. 18° bis 27° auch durch das Senkblei Nachforſchungen zu machen, wie vorher (1838) bei Wilke's Exploring Expedition, nichts auffallendes bemerkt worden.

III. Afrika.

Der Vulkan Mongo-ma Leba im Camerun-Gebirge (nördl. Br. 4° 12′), westlich von der Mündung des Flusses gleiches Namens in die Bucht von Biafra, östlich von dem Delta des Kowara (Niger); gab nach Cap. Allan einen Lava-Ausbruch im Jahr 1838. Die lineare Reihenfolge der vier vulkanischen hohen Inseln Anobon, St. Thomas, Prinzen-Insel und San Fernando Po, auf einer Spalte (SSW — NNO), weist auf den Camerun hin, welcher nach den Messungen von Cap. Owen und Lieut. Boteler die große Höhe von ohngefähr 12200 Fuß [54] erreicht.

Ein Vulkan? etwas westlich von dem Schneeberge Kignea im östlichen Afrika, ohngefähr 1° 20′ südl. Br.: aufgefunden 1849 von dem Missionar Krapf, nahe den Quellen des Dana-Flusses, etwa 80 geogr. Meilen in Nordwest von dem Littoral von Mombas. In einem fast 2° südlicheren Parallel als der Kignea liegt ein anderer Schneeberg, der Kilimandjaro, welchen 1847 der Missionar Rebmann entdeckt hat, vielleicht kaum 50 geogr. Meilen von dem eben genannten Littoral. Etwas westlicher liegt ein dritter Schneeberg, der vom Cap. Short gesehene Doengo Engai. Die Kenntniß von der Existenz dieser Berge ist die Frucht muthiger und gefahrvoller Unternehmungen.

Beweise vor-historischer vulkanischer Thätigkeit in dem großen, aber zwischen dem 7ten nördlichen und 12ten südlichen Parallelkreise (denen von Adamaua und des wasserscheidenden Gebirges Lubalo) im Inneren noch so unerforschten Continente liefern die Umgegend des Tzana-Sees im Königreich Gondar

nach Rüppell; wie die Baſaltlaven, Trachyte und Obſidian-Schichten von Schoa nach Rochet d'Héricourt: deſſen mitgebrachte Gebirgsarten, denen des Cantal und Mont Dore ganz analog, von Dufrenoy haben unterſucht werden können (Comptes rendus T. XXII. p. 806—810). Wenn auch in Kordofan der Kegelberg Koldghi ſich nicht als jetzt entzündet und rauchend zeigt, ſo ſoll ſich doch das Vorkommen ſchwarzen, poröſen, verglaſten Geſteins daſelbſt beſtätigt haben.[55]

In Adamaua, ſüdlich vom großen Benue-Fluſſe, ſteigen die iſolirten Bergmaſſen Bagele und Alantika auf, welche den Dr. Barth, auf ſeiner Reiſe von Kuka nach Jola, durch ihre kegel- und domförmige Geſtaltung an Trachytberge mahnten. Der ſo früh den Naturwiſſenſchaften entzogene Overweg fand in der von ihm durchforſchten Gegend von Gudſcheba, weſtlich vom Tſad-See, nach Petermann's Notizen aus den Tagebüchern, olivinreiche, ſäulenförmig abgetheilte Baſaltkegel, welche bald die Schichten des rothen, thonartigen Sandſteins, bald quarzigen Granit durchbrochen haben.

Der große Mangel jetzt entzündeter Vulkane in dem ungegliederten Continente, deſſen Küſtenländer genugſam bekannt ſind, bietet eine ſonderbare Erſcheinung dar. Sollte es in dem unbekannten Central-Afrika, beſonders ſüdlich vom Aequator, große Waſſerbecken geben, analog dem See Uniameſi (früher vom Dr. Cooley N'yaſſi genannt), an deren Ufern ſich Vulkane, wie der Demavend nahe dem caſpiſchen Meere, erheben? Bisher hat kein Bericht der vielreiſenden Eingeborenen uns davon irgend eine Kunde gebracht!

IV. Aſien.

a) Der weſtliche und centrale Theil.

Vulkan von Demavend[56]: entzündet, aber nach den Berichten von Olivier, Morier und Taylor Thomſon (1837) nur mäßig und nicht ununterbrochen rauchend

Vulkan von Medina (Lava-Ausbruch 1276)

Vulkan Djebel el-Tir (Tair oder Tehr): ein Inſelberg von 840 Fuß zwiſchen Loheia und Maſſaua im rothen Meere

Vulkan Peſchan: nördlich von Kutſche in der großen Bergkette des Thian-ſchan oder Himmelsgebirges in Inner-Aſien; Lava-Ausbrüche in ächt hiſtoriſcher Zeit vom Jahr 89 bis in den Anfang des 7ten Jahrhunderts unſerer Zeitrechnung

Vulkan Ho-tſcheu, auch bisweilen in der ſo umſtändlichen chineſiſchen Länderbeſchreibung Vulkan von Turfan genannt: 30 geogr. Meilen von der großen Solfatara von Urumtſi, nahe dem öſtlichen Ende des Thian-ſchan gegen das ſchöne Obſtland von Hami hin.

Der Vulkan Demavend, welcher ſich bis zu mehr als 18000 Fuß Höhe erhebt, liegt faſt 9 geogr. Meilen von dem ſüdlichen Littoral des caſpiſchen Meeres, in Mazenderan; faſt in gleicher Entfernung von Reſcht und Aſterabad, auf der gegen Herat und Meſchid in Weſten ſchnell abfallenden Kette des Hindu-Kho. Ich habe an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 124—129, T. III. p. 433—435) wahrſcheinlich gemacht, daß der Hindu-Kho von Chitral und Kafiriſtan eine weſtliche Fortſetzung des mächtigen, Tibet gegen Norden begrenzenden, das Meridian-Gebirge Bolor im Tſungling durchſetzenden Kuen-lün iſt. Der Demavend gehört zum

perſiſchen oder caſpiſchen Elburz: Name eines Bergſyſtems, welchen man nicht mit dem gleichlautenden caucaſiſchen, 7°½ nördlicher und 10° weſtlicher gelegenen (jetzt Elburuz genannten) Gipfel verwechſeln muß. Das Wort Elburz iſt eine Verunſtaltung von Alborbj, dem Weltberge, welcher mit der uralten Cosmogonie des Zendvolkes zuſammenhängt.

Wenn bei Verallgemeinerung geognoſtiſcher Anſichten über die Richtung der Gebirgsſyſteme von Inner-Aſien der Vulkan Demavend die große Kuenlün-Kette nahe an ihrem weſtlichen Ende begrenzt; ſo verdient eine andere Feuererſcheinung an dem öſtlichſten Ende, deren Exiſtenz ich zuerſt bekannt gemacht habe (Asie centrale T. II. p. 427 und 483), eine beſondere Aufmerkſamkeit. In den wichtigen Unterſuchungen, zu denen ich meinen verehrten Freund und Collegen im Inſtitute, Stanislas Julien, aufgefordert, um aus den reichen geographiſchen Quellen der alten chineſiſchen Litteratur zu ſchöpfen, über den Bolor, den Kuen-lün und das Sternenmeer; fand der ſcharfſinnige Forſcher in dem großen, vom Kaiſer Yongtſching im Anfang des 18ten Jahrhunderts edirten Wörterbuche die Beſchreibung der „ewigen Flamme", welche am Abhange des öſtlichen Kuen-lün aus einer Höhle in dem Hügel Schinkhieu ausbricht. Die weitleuchtende Erſcheinung, ſo tief ſie auch gegründet ſein mag, kann wohl nicht ein Vulkan genannt werden. Sie ſcheint mir vielmehr Analogie mit der ſo früh den Helenen bekannten Chimära in Lycien, bei Deliktaſch und Yanartaſch, darzubieten. Es iſt dieſe ein Feuerbrunnen, eine durch vulkaniſche Thätigkeit des Erd-Inneren immerfort entzündete Gasquelle (Kosmos Bd. IV. S. 296 und dazu Anm. 51).

Arabiſche Schriftſteller lehren, meiſt ohne beſtimmte Jahre anzugeben, daß im Mittelalter im ſüdweſtlichen Littoral Arabiens,

in der Inſelkette der Zobayr, in der Meerenge Bab-el-Mandeb und Aden (Wellſted, Travels in Arabia Vol. II. p. 466—468), in Hadhramaut, in der Straße von Ormuz und im weſtlichen Theile des perſiſchen Golfs noch an einzelnen Punkten Lava-Ausbrüche ſtatt gefunden haben: immer auf einem Boden, der ſchon ſeit vor-hiſtoriſcher Zeit der Sitz vulkaniſcher Thätigkeit geweſen war. Die Epoche des Ausbruchs eines Vulkans um Medina ſelbſt, 12° ½ nördlich von der Meerenge Bab-el-Mandeb, hat Burckhardt in Samhudy's Chronik der berühmten Stadt dieſes Namens im Hedſchaz gefunden. Sie ward geſetzt auf den 2 Nov. 1276. Daß aber dort eine Feuer-Eruption bereits 1254, alſo 22 Jahre früher, geweſen war, lehrt nach Seetzen Abulmahaſen (vergl. Kosmos Bd. I. S. 256). — Der Inſel-Vulkan Djebel Tair, in welchem ſchon Vincent die „ausgebrannte Inſel" des Periplus Maris Erytnraei erkannte, iſt noch thätig und Rauch ausſtoßend nach Botta und nach den Nachrichten, die Ehrenberg und Rußegger (Reiſen in Europa, Aſien und Afrika Bd. II. Th. 1. 1843 S. 54) geſammelt. Ueber die ganze Umgegend der Meerenge Bab-el-Mandeb, mit der Baſalt-Inſel Perim; die kraterartige Umwallung, in welcher die Stadt Aden liegt; die Inſel Seerah mit Obſidian-Strömen, die mit Bimsſtein bedeckt ſind; über die Inſelgruppen der Zobayr und der Farſan (die Vulcanicität der letzteren hat Ehrenberg 1825 entdeckt) ſ. die ſchönen Unterſuchungen von Ritter in der Erdkunde von Aſien Bd. VIII. Abth. 1. S. 664—707, 889—891 und 1021—1034.

Der vulkaniſche Gebirgszug des Thian-ſchan (Asie centrale T. I. p. 201—203, T. II. p. 7—61), ein Bergſyſtem, welches zwiſchen dem Altai und Kuen-lün von Oſten

nach Weſten Inner-Aſien durchzieht, iſt zu einer Zeit der beſondere Gegenſtand meiner Unterſuchungen geweſen, da ich zu dem Wenigen, was Abel-Rémuſat aus der japaniſchen Encyclopädie geſchöpft hatte, wichtigere, von Klaproth, Neumann und Stanislas Julien aufgefundene Bruchſtücke habe hinzufügen können (Asie centr. T. II. p. 39—50 und 335 bis 364). Die Länge des Thian-ſchan übertrifft achtmal die Länge der Pyrenäen: wenn man jenſeits der durchſetzten Meridiankette des Kusyurt-Bolor den Aſferah hinzurechnet, der ſich in Weſten bis in den Meridian von Samarkand erſtreckt, und in dem Ibn Haukal und Ibn al-Vardi Feuerbrunnen und Salmiak ausſtoßende, leuchtende (?) Spalten, wie im Thian-ſchan, beſchreiben (ſ. über den Berg Botom a. a. O. p. 16—20). In der Geſchichte der Dynaſtie der Thang wird ausdrücklich geſagt, daß an einem der Abhänge des Peſchan, welcher immerfort Feuer und Rauch ausſtößt, die Steine brennen, ſchmelzen und mehrere Li weit fließen, als wäre es ein „flüſſiges Fett. Die weiche Maſſe erhärtet, ſo wie ſie erkaltet.“ Charakteriſtiſcher kann wohl nicht ein Lavaſtrom bezeichnet werden. Ja in dem 49ten Buche der großen Geographie des chineſiſchen Reichs, welche in Peking ſelbſt von 1789 bis 1804 auf Staatskoſten gedruckt worden iſt, werden die Feuerberge des Thian-ſchan als „noch thätig“ beſchrieben. Ihre Lage iſt ſo central, daß ſie ohngefähr gleich weit (380 geogr. Meilen) vom nächſten Littoral des Eismeeres und von dem Ausfluß des Indus und Ganges, 255 M. vom Aral-See, 43 und 52 M. von den Salzſeen Iſſikal und Balkaſch entfernt ſind. Von den Flammen, welche aus dem Berge von Turfan (Hotſcheu) aufſteigen, gaben auch Kunde die Pilgrime von Mekka, die man in Bombay im Jahr 1835 officiell befragte

(Journal of the Asiatic Soc. of Bengal Vol. IV. 1835 p. 657—664). Wann werden endlich einmal von dem ſo leicht erreichbaren Gouldja am Ili aus die Vulkane von Peſchan und Turfan, Barkul und Hami durch einen wiſſenſchaftlich gebildeten Reiſenden beſucht werden?

Die jetzt mehr aufgeklärte Lage der vulkaniſchen Gebirgskette des Thian-ſchan hat ſehr natürlich auf die Frage geleitet, ob das Fabelland Gog und Magog, wo auf dem Grunde des Fluſſes el Macher „ewige Feuer brennen" ſollen, nicht mit den Ausbrüchen des Peſchan oder Vulkans von Turfan zuſammenhange. Dieſe orientaliſche Mythe, welche urſprünglich dem Weſten des caſpiſchen Meeres, den Pylis Albaniae bei Derbend, angehörte, iſt, wie faſt alle Mythen, gewandert, und zwar weit nach Oſten. Edriſi läßt den Salam el-Terdjeman, Dolmetſcher eines Abbaſſiden-Chalifen in der erſten Hälfte des 9ten Jahrhunderts, nach dem Lande der Finſterniß von Bagdad aus abreiſen. Er gelangt durch die Steppe der Baſchkiren nach dem Schneegebirge Cocaïa, welches die große Mauer von Magog (Madjoudj) umgiebt. Amédée Jaubert, dem wir wichtige Ergänzungen des nubiſchen Geographen verdanken, hat erwieſen, daß die Feuer, welche am Abhange des Cocaïa brennen, nichts vulkaniſches haben (Asie centr. T. II. p. 99). Weiter in Süden ſetzt Edriſi den See Tehama. Ich glaube wahrſcheinlich gemacht zu haben, daß Tehama der große See Balkaſch iſt, in welchen der Ili mündet, der nur 45 Meilen ſüdlicher liegt. Anderthalb Jahrhunderte nach Edriſi verſetzte Marco Polo die Mauer Magog gar in das Gebirge In-ſchan, öſtlich von der Hochebene Gobi, gegen den Fluß Hoang-ho und die chineſiſche Mauer hin: von der (ſonderbar genug) der berühmte venetianiſche Reiſende eben ſo wenig ſpricht als vom

Gebrauch des Thees. Der In-schan, die Grenze des Gebietes des Priesters Johann, kann als die östliche Verlängerung des Thian-schan angesehen werden (Asie centr. T. II. p. 92—104).

Mit Unrecht hat man lange Zeit die zwei, einst lavaergießenden Kegelberge, den Vulkan Peschan und den Hotscheu von Turfan (sie sind ohngefähr in einer Länge von 105 geogr. Meilen durch den mächtigen, mit ewigem Schnee und Eise bedeckten Gebirgsstock Bogdo-Ola von einander getrennt) für eine isolirte vulkanische Gruppe gehalten. Ich glaube gezeigt zu haben, daß die vulkanische Thätigkeit nördlich und südlich von der langen Kette des Thian-schan mit den Grenzen der Erschütterungskreise, den heißen Quellen, den Solfataren, Salmiak-Spalten und Steinsalz-Lagern, hier wie im Caucasus, in enger geognostischer Verbindung steht.

Da nach meiner, schon oft geäußerten Ansicht, der jetzt auch der gründlichste Kenner des caucasischen Gebirgssystems, Abich, beigetreten ist, der Caucasus selbst nur die Fortsetzungs-Spalte des vulkanischen Thian-schan und Asferah jenseits der großen aralo-caspischen Erdsenkung ist[57]; so sind hier neben den Erscheinungen des Thian-schan als vor-historischen Zeiten angehörig anzuführen die vier erloschenen Vulkane: Elburuz von 17352 Pariser Fuß, Ararat von 16056 Fuß, Kasbegk von 15512 Fuß und Savalan von 14787 Fuß Höhe.[58] Ihrer Höhe nach fallen diese Vulkane zwischen den Cotopari und Montblanc. Der Große Ararat (Agri-dagh), zuerst am 27 September 1829 von Friedrich von Parrot, mehrmals 1844 und 1845 von Abich, zuletzt 1850 vom Oberst Chodzko erstiegen, hat eine Domform wie der Chimborazo, mit zwei überaus kleinen Erhebungen am Rande des Gipfels; doch

aber keinen Gipfel-Krater. Die größten und wahrscheinlich neueſten vor-hiſtoriſchen Lava-Eruptionen des Ararat ſind alle unterhalb der Schneegrenze ausgebrochen. Die Natur dieſer Eruptionen iſt zweierlei Art: es ſind dieſelben theils trachyt-artig mit glaſigem Feldſpath und eingemengtem, leicht verwitternden Schwefelkieſe; theils dolerit-artig meiſt beſtehend aus Labrador und Augit, wie die Laven des Aetna. Die dolerit-artigen hält Abich am Ararat für neuer als die trachyt-artigen. Die Ausbruchſtellen der Lavaſtröme, alle unterhalb der Grenze des ewigen Schnees, ſind oftmals (z. B. in der großen Gras-Ebene Kip-Ghioll am nordweſtlichen Abhange) durch Auswurfs-Kegel und von Schlacken umringte kleine Krater bezeichnet. Wenn auch das tiefe Thal des heiligen Jacob (eine Schlucht, welche bis an den Gipfel des Ararat anſteigt und ſeiner Geſtaltung, ſelbſt in weiter Ferne geſehen, einen eigenen Charakter giebt) viel Aehnlichkeit mit dem Thal del Bove am Aetna darbietet und die innerſte Structur des emporgeſtiegenen Domes ſichtbar macht; ſo iſt die Verſchiedenheit doch dadurch ſehr auffallend, daß in der Jacobs-Schlucht nur maſſenhaftes Trachyt-Geſtein und nicht Lavaſtröme, Schlackenſchichten und Rapilli aufgefunden worden ſind.[59] Der Große und der Kleine Ararat, von denen der erſtere nach den vortrefflichen geodätiſchen Arbeiten von Waßili Fedorow 3′ 4″ nördlicher und 6′ 42″ weſtlicher als der zweite liegt, erheben ſich an dem ſüdlichen Rande der großen Ebene, welche der Araxes in einem weiten Bogen durchſtrömt. Sie ſtehen beide auf einem elliptiſchen vulkaniſchen Plateau, deſſen große Axe von Südoſt nach Nordweſt gerichtet iſt. Auch der Kasbegk und der Tſchegem haben keinen Gipfel-Krater, wenn gleich der erſtere mächtige Ausbrüche gegen Norden (nach Wladikaukas

zu) gerichtet hat. Der größte aller dieſer erloſchenen Vulkane, der Trachytkegel des Elburuz, welcher aus dem granitreichen Talk- und Diorit-Schiefergebirge des Backſan-Flußthales aufgeſtiegen iſt, hat einen Kraterſee. Aehnliche Kraterſeen finden ſich in dem rauhen Hochlande Kely, aus welchem zwiſchen Eruptions-Kegeln ſich Lavaſtröme ergießen. Uebrigens ſind hier wie in den Cordilleren von Quito die Baſalte weit von dem Trachyt-Syſteme abgeſondert; ſie beginnen erſt 6 bis 8 Meilen ſüdlich von der Kette des Elburuz und von dem Tſchegem am oberen Phaſis- oder Rhion-Thale.

β) Der nordöſtliche Theil (Halbinſel Kamtſchatka).

Die Halbinſel Kamtſchatka, von dem Cap Lopatka, nach Kruſenſtern lat. 51° 3′, bis nördlich zum Cap Ukinſk, gehört mit der Inſel Java, mit Chili und Central-Amerika zu den Regionen, wo auf dem kleinſten Raum die meiſten, und zwar die meiſten noch entzündeten, Vulkane zuſammengedrängt ſind. Man zählt deren in Kamtſchatka 14 in einer Länge von 105 geogr. Meilen. Für Central-Amerika finde ich vom Vulkan von Soconusco bis Turrialva in Coſta Rica 29 Vulkane, deren 18 brennen, auf 170 Meilen; für Peru und Bolivia vom Vulkan Chacani bis zum Volcan de San Pedro de Atacama 14 Vulkane, von welchen nur 3 gegenwärtig thätig ſind, auf 105 Meilen; für Chili vom V. de Coquimbo bis zum V. de San Clemente 24 Vulkane auf 240 Meilen. Von dieſen 24 ſind 13 aus hiſtoriſchen Zeiten als thätig bekannt. Die Kenntniß der kamtſchadaliſchen Vulkane in Hinſicht auf Form, auf aſtronomiſche Ortsbeſtimmung und Höhe iſt in neuerer Zeit durch Kruſenſtern, Horner, Hofmann, Lenz, Lütke, Poſtels,

Cap. Beechey, und vor allen durch Adolph Erman rühmlichſt erweitert worden. Die Halbinſel wird ihrer Länge nach von zwei Parallelketten durchſchnitten, in deren öſtlicher die Vulkane angehäuft ſind. Die höchſten derſelben erreichen 10500 bis 14800 Fuß. Es folgen von Süden nach Norden:

der Opalinſkiſche Vulkan (Pic Koſcheleff vom Admiral Kruſenſtern), lat. 51° 21′: nach Cap. Chwoſtow faſt die Höhe des Pics von Teneriffa erreichend und am Ende des 18ten Jahrhunderts überaus thätig;

die Hodutka Sopka (51° 35′). Zwiſchen dieſer Sopka und der vorigen liegt ein unbenannter vulkaniſcher Kegel (51° 32′), der aber, wie die Hodutka, nach Poſtels erloſchen ſcheint.

Poworotnaja Sopka (52° 22′), nach Cap. Beechey 7442 F. hoch (Erman's Reiſe Bd. III. S. 253; Leop. von Buch, Iles Can. p. 447).

Aßatſchinſkaja Sopka (52° 2′); große Aſchen-Auswürfe, beſonders im Jahr 1828.

Wiljutſchinſker Vulkan (Br. 52° 52′): nach Cap. Beechey 6918 F., nach Admiral Lütke 6330 F.; nur 5 geogr. Meilen vom Petropauls-Hafen jenſeit der Bai von Torinſk entfernt.

Awatſchinſkaja oder Gorelaja Sopka (Br. 53° 17′), Höhe nach Erman 8360 F.; zuerſt beſtiegen auf der Expedition von La Pérouſe 1787 durch Mongez und Bernizet; ſpäter durch meinen theuren Freund und ſibiriſchen Reiſebegleiter, Ernſt Hofmann (Juli 1824, bei der Kotzebue'ſchen Weltumſeglung); durch Poſtels und Lenz auf der Expedition des Admirals Lütke 1828, durch Erman im Sept. 1829. Dieſer machte die wichtige geognoſtiſche Beobachtung, daß der Trachyt bei ſeiner Erhebung Schiefer und Grauwacke (ein ſiluriſches Gebirge) durchbrochen

habe. Der immer rauchende Vulkan hat einen furchtbaren Ausbruch im October 1837, früher einen schwachen im April 1828 gehabt. Postels in Lütke, Voyage T. III. p. 67—84; Erman, Reise, hist. Bericht Bd. III. S. 494 und 534—540.

Ganz nahe bei dem Awatscha-Vulkan (Kosmos Bd. IV. S. 291 Anm. 25) liegt die Koriatskaja oder Strjeloschnaja Sopka (Br. 53° 19′), Höhe 10518 F. nach Lütke T. III. p. 84; reich an Obsidian, dessen die Kamtschadalen sich noch im vorigen Jahrhundert, wie die Mexicaner und im hohen Alterthume die Hellenen, zu Pfeilspitzen bedienten.

Jupanowa Sopka: Br. nach Erman's Bestimmung (Reise Bd. III. S. 469) 53° 32′. Der Gipfel ist ziemlich abgeplattet, und der eben genannte Reisende sagt ausdrücklich: „daß diese Sopka wegen des Rauchs, den sie ausstößt, und wegen des unterirdischen Getöses, welches man vernimmt, von je her mit dem mächtigen Schiwelutsch verglichen und den unzweifelhaften Feuerbergen beigezählt wird." Seine Höhe ist vom Meere aus durch Lütke gemessen 8496 F.

Kronotskaja Sopka, 9954 F.: an dem See gleiches Namens, Br. 54° 8′; ein rauchender Krater auf dem Gipfel des, sehr zugespitzten Kegelberges (Lütke, Voyage T. III. p. 85).

Vulkan Schiwelutsch, 5 Meilen südöstlich von Jelowka, über den wir eine beträchtliche und sehr verdienstliche Arbeit von Erman (Reise Bd. III. S. 261—317 und phys. Beob. Bd. I. S. 400—403) besitzen, vor dessen Reise der Berg fast unbekannt war. Nördliche Spitze: Br. 56° 40′, Höhe 9894 F.; südliche Spitze: Br. 56° 39′, Höhe 8250 F. Als Erman im Sept. 1829 den Schiwelutsch bestieg, fand er ihn stark rauchend. Große Eruptionen waren 1739 und zwischen 1790 und 1810: letztere nicht von fließend ergossener Lava, sondern als Auswürfe

von loſem vulkaniſchem Geſteine. Nach C. von Dittmar ſtürzte der nördlichſte Gipfel in der Nacht vom 17 zum 18 Februar 1854 ein, worauf eine von wirklichen Lavaſtrömen begleitete, noch dauernde Eruption erfolgte.

Tolbatſchinſkaja Sopka: heftig rauchend, aber in früherer Zeit oft verändernd die Eruptions-Oeffnungen ihrer Aſchen-Auswürfe; nach Erman Br. 55° 51′ und Höhe 7800 F.

Uſchinſkaja Sopka: nahe verbunden mit dem Kliutſchewſker Vulkan; Br. 56° 0′, Höhe an 11000 F. (Buch, Can. p. 452; Landgrebe, Vulkane Bd. I. S. 375).

Kliutſchewſkaja Sopka (56° 4′): der höchſte und thätigſte aller Vulkane der Halbinſel Kamtſchatka; von Erman gründlich geologiſch und hypſometriſch erforſcht. Der Kliutſchewſk hat nach dem Berichte von Kraſchenikoff große Feuerausbrüche von 1727 bis 1731 wie auch 1767 und 1795 gehabt. Im Jahr 1829 war Erman bei der gefahrvollen Beſteigung des Vulkans am 11 September Augenzeuge von dem Ausſtoßen glühender Steine, Aſche und Dämpfe aus dem Gipfel, während tief unterhalb deſſelben ein mächtiger Lavaſtrom ſich am Weſt-Abhange aus einer Spalte ergoß. Auch hier iſt die Lava reich an Obſidian. Nach Erman (Beob. Bd. I. S. 400—403 und 419) iſt die geogr. Breite des Vulkans 56° 4′, und ſeine Höhe war im Sept. 1829 ſehr genau 14790 Fuß. Im Auguſt 1828 hatte dagegen Admiral Lütke durch Höhenwinkel, die zur See in einer Entfernung von 40 Seemeilen genommen waren, den Gipfel des Kliutſchewſk 15480 F. hoch gefunden (Voyage T. III. p. 86; Landgrebe, Vulkane Bd. I. S. 375 bis 386). Dieſe Meſſung, und die Vergleichung der vortrefflichen Umriß-Zeichnungen des Baron von Kittlitz, der die Lütke'ſche Expedition auf dem Seniawin begleitete, mit dem,

was Erman ſelbſt im Sept. 1829 beobachtete, führten dieſen zu dem Reſultate, daß in der engen Epoche dieſer 13 Monate große Veränderungen in der Form und Höhe des Gipfels ſich zugetragen haben. „Ich denke", ſagt Erman (Reiſe Bd. III. S. 359), „daß man kaum merklich irren kann, wenn man für Auguſt 1828 die Höhe der Oberfläche des Gipfels um 250 Fuß größer als im Sept. 1829 während meines Aufenthalts in der Gegend von Kliutſchi, und mithin für die frühere Epoche zu 15040 Fuß annimmt." Am Veſuv habe ich, die Sauſſure'ſche Barometer-Meſſung der Rocca del Palo, des höchſten nördlichen Kraterrandes, vom Jahre 1773 zum Grunde legend, durch eigene Meſſung gefunden: daß bis 1805, alſo in 32 Jahren, dieſer nördliche Kraterrand ſich um 36 Fuß geſenkt hatte; daß er aber von 1773 bis 1822, alſo in 49 Jahren, um 96 Fuß (ſcheinbar?) geſtiegen ſei (Anſichten der Natur 1849 Bd. II. S. 290). Im Jahr 1822 fanden Monticelli und Covelli für die Rocca del Palo 624', ich 629'. Für das damalige wahrſcheinlichſte Endreſultat gab ich 625'. Im Frühjahr 1855, alſo 33 Jahre ſpäter, gaben die ſchönen Barometer-Meſſungen des Olmützer Aſtronomen Julius Schmidt wieder 624' (Neue Beſtimm. am Veſuv 1856, S. 1, 16 und 33). Was mag davon der Unvollkommenheit der Meſſung und der Barometer-Formel zugehören? Unterſuchungen der Art könnten in größerem Maaßſtabe und mit größerer Sicherheit vervielfältigt werden, wenn man, ſtatt oft erneuerter vollſtändiger trigonometriſcher Operationen oder für zugängliche Gipfel mehr anwendbarer, aber minder befriedigender Barometer-Meſſungen, ſich darauf beſchränkte, für die zu vergleichenden Perioden von 25 oder 50 Jahren den einzigen Höhenwinkel des Gipfelrandes aus demſelben und zwar aus einem ſicher wieder-

zufindenden Standpunkte bis auf Fractionen von Secunden zu bestimmen. Des Einflusses der terrestrischen Refraction wegen würde ich rathen, in jeder der Normal-Epochen das Mittel aus vielstündlichen Beobachtungen von 3 Tagen zu suchen. Um nicht bloß das allgemeine Resultat der Vermehrung oder Verminderung des einzigen Höhenwinkels, sondern auch in Fußen die absolute Quantität der Veränderung zu erhalten, wäre nur eine einmal vorgenommene Bestimmung des Abstandes erforderlich. Welche reiche Quelle der Erfahrungen würden uns nicht für die vulkanischen Colosse der Cordilleren von Quito die vor mehr als einem Jahrhundert bestimmten Höhenwinkel der hinlänglich genauen Arbeiten von Bouguer und La Condamine gewähren, wenn diese vortrefflichen Männer für gewisse auserlesene Punkte hätten die Stationen bleibend bezeichnen können, in denen die Höhenwinkel der Gipfel von ihnen gemessen wurden! Nach E. von Dittmar hat nach dem Ausbruch von 1841 der Kliutschewsk ganz geruht, bis er lavagebend 1853 wieder erwachte. Der Gipfel-Einsturz des Schiwelutsch unterbrach aber die neue Thätigkeit. (Bulletin de la classe physico-mathém. de l'Acad. des Sc. de St.-Pétersbourg T. XIV. 1856 p. 246.)

Noch vier andere, theils vom Admiral Lütke und theils von Postels genannte Vulkane: den noch rauchenden Apalsk südöstlich vom Dorfe Bolscheretzki, die Schischapinskaja Sopka (Br. 55° 11'), die Kegel Krestowsk (Br. 56° 4'), nahe an der Gruppe Kliutschewsk, und Uschkowsk; habe ich in der obigen Reihe nicht aufgeführt wegen Mangels genauerer Bestimmung. Das kamtschadalische Mittelgebirge, besonders in der Baidaren-Ebene, Br. 57° 20', östlich von Sedanka, bietet (als wäre sie „der Boden eines uralten Kraters von

etwa vier Werſt, d. i. eben ſo viele Kilometer, im Durchmeſſer[59]) das geologiſch merkwürdige Phänomen von Lava- und Schlacken-Ergüſſen dar aus einem blaſigen, oft ziegelrothen, vulkaniſchen Geſtein, das ſelbſt wieder aus Erdſpalten ausgebrochen iſt, in größter Ferne von allem Gerüſte aufgeſtiegener Kegelberge (Erman, Reiſe Bd. III. S. 221, 228 und 273; Buch, Iles Canaries p. 454). Auffallend iſt hier die Analogie mit dem, was ich oben über das Malpais, die problematiſchen Trümmerfelder der mexicaniſchen Hochebene, umſtändlich entwickelt habe (Kosmos Bd. IV. S. 349).

V. Oſt-aſiatiſche Inſeln.

Von der Torres-Straße, die, unter 10° ſüdl. Breite, Neu-Guinea von Auſtralien trennt, und von den rauchenden Vulkanen von Flores bis zu den nordöſtlichſten Aleuten (Br. 55°) erſtreckt ſich eine, größtentheils vulkaniſche Inſelwelt, welche, unter einem allgemeinen geologiſchen Geſichtspunkte betrachtet, wegen ihres genetiſchen Zuſammenhanges faſt ſchwer in einzelne Gruppen zu ſondern iſt, und gegen Süden beträchtlich an Umfang zunimmt. Um von Norden zu beginnen, ſehen wir zuerſt die von der amerikaniſchen Halbinſel Alaska ausgehende, bogenförmig[60] gekrümmte Reihe der Aleuten durch die der Kupfer- und der Berings-Inſel nahe Inſel Attu den Alten und Neuen Continent mit einander verbinden, wie im Süden das Meer von Bering ſchließen. Von der Spitze der Halbinſel Kamtſchatka (dem Vorgebirge Lopatka) folgen in der Richtung Nord gen Süd, das Saghaliniſche oder Ochotſkiſche, durch La Pérouſe berühmt gewordene Meer in Oſten begrenzend, der Archipel der Kurilen; dann Jezo, vielleicht

vormals mit der Südspitze der Insel Krafto[61] (Saghalin oder Tschoka) zusammenhangend; endlich jenseits der engen Tsugar-Straße das japanische Drei-Inselreich (Nippon, Sikok und Kiu-Siu: nach der trefflichen Karte von Siebold zwischen 41° 32′ und 30° 18′). Von dem Vulkan Kliutschewsk, dem nördlichsten an der östlichen Küste der Halbinsel Kamtschatka, bis zum südlichsten japanischen Insel-Vulkan Iwoga-Sima, in der von Krusenstern durchforschten Meerenge Van Diemen, ist die Richtung der sich in der vielfach gespaltenen Erdrinde äußernden feurigen Thätigkeit genau Nordost in Südwest. Es erhält sich dieselbe in fortgesetzter Reihung durch die Insel Jakuno-Sima, auf der ein Kegelberg sich zu der Höhe von 5478 Fuß (1780 Meter) erhebt, und welche die beiden Straßen Van Diemen und Colnet von einander trennt; durch den Siebold'schen Linschoten-Archipel; durch die Schwefel-Insel des Capitäns Basil Hall (Lung-Huang-Schan); durch die kleinen Gruppen der Lieu-Khieu und Madjiko-Sima, welche letztere sich dem Ostrande der großen chinesischen Küsten-Insel Formosa (Thay-wan) bis auf 23 geogr. Meilen nähert.

Hier bei Formosa (nördl. Breite 25°—26°) ist der wichtige Punkt, wo statt der Erhebungs-Linien NO—SW die der nord-südlichen Richtung beginnen und fast bis zum Parallel von 5° oder 6° südlicher Breite herrschend werden. Sie sind zu erkennen in Formosa und in den Philippinen (Luzon und Mindanao) volle zwanzig Breitengrade hindurch, bald an einer, bald an beiden Seiten die Küsten in der Meridian-Richtung abschneidend: so in der Ostküste der großen Insel Borneo, welche durch den Solo-Archipel mit Mindanao und durch die lange, schmale Insel Palawan mit Mindoro zusammenhängt; so die

westlichen Theile der vielgestalteten Celebes und Gilolo; so (was besonders merkwürdig ist) die Meridian-Spalte, auf welcher, 350 geogr. Meilen östlich von der Gruppe der Philippinen und in gleicher Breite, sich die vulkanische und Corallen-Insel-Reihe der Marianen oder Ladronen erhoben hat. Ihre allgemeine Richtung[62] ist N 10° O.

Wie wir in dem Parallel der steinkohlenreichen Insel Formosa den Wendepunkt bezeichnet haben, an welchem auf die kurilische Richtung NO—SW die Richtung N—S folgt; so beginnt ein neues Spaltensystem südlich von Celebes und der, schon ost-westlich abgeschnittenen Südküste von Borneo. Die großen und kleinen Sunda-Inseln von Timor-Laut bis West-Bali folgen in 18 Längengraden meist dem mittleren Parallel von 8° südlicher Breite. Im westlichen Java wendet sich die mittlere Achse schon etwas mehr gen Norden, fast OSO in WNW; von der Sunda-Straße bis zu der südlichsten der Nicobaren aber ist die Richtung SO—NW. Die ganze vulkanische Erhebungs-Spalte (O—W und SO—NW) hat demnach ohngefähr eine Erstreckung von 675 geogr. Meilen (eilfmal die Länge der Pyrenäen); von diesen gehören, wenn man die geringe Abweichung Java's gegen Norden nicht achtet, 405 auf die ost-westliche und 270 auf die südost-nordwestliche Achsenrichtung.

Allgemeine geologische Betrachtungen über Form und Reihungs-Gesetze führen so ununterbrochen in der Inselwelt an den Ostküsten Asiens (in dem ungeheuren Raume von 68 Breitengraden) von den Aleuten und dem nördlichen Berings-Meere zu den Molukken und zu den großen und kleinen Sunda-Inseln. In der Parallel-Zone von 5° nördlicher und 10° südlicher Breite hat sich besonders der größte Reichthum von Länderformen entwickelt. Auf eine merkwürdige Weise wiederholen sich meist

die Ausbruchs-Richtungen der größeren Theile in einem benachbarten kleineren. So liegt nahe der Südküste von Sumatra und ihr parallel eine lange Inselreihe. Daſſelbe bemerken wir in dem kleinen Phänomene der Erzgänge wie in dem größeren der Gebirgszüge ganzer Continente. Gleichſtreichende Nebentrümmer des Hauptganges, begleitende Nebenketten (chaînes accompagnantes) liegen oft in beträchtlichen Abſtänden von einander; ſie deuten auf gleiche Urſachen und gleiche Richtungen der formgebenden Thätigkeit in der ſich faltenden Erdrinde. Der Conflict der Kräfte bei gleichzeitiger Oeffnung von Spalten entgegengeſetzter Richtungen ſcheint bisweilen wunderbare Geſtaltungen neben einander zu erzeugen: ſo in den Molukken Celebes und Gilolo.

Nachdem wir den inneren geologiſchen Zuſammenhang des oſt- und ſüd-aſiatiſchen Inſelſyſtems entwickelt haben, ſetzen wir, um von den alt-eingeführten, etwas willkührlichen, geographiſchen Abtheilungen und Nomenclaturen nicht abzugehen, die ſüdliche Grenze der oſt-aſiatiſchen Inſelreihe (den Wendepunkt) bei Formoſa, wo die Richtung NO—SW in die N—S übergeht, unter dem 24ten Grad nördlicher Breite. Die Aufzählung geſchieht wieder von Norden nach Süden: von den öſtlichſten, mehr amerikaniſchen Aleuten beginnend.

Die vulkanreichen aleutiſchen Inſeln begreifen von Oſten nach Weſten die Fuchs-Inſeln, unter denen ſich die größten aller: Unimak, Unalaſchka und Umnak, befinden; die Andrejanowſkiſchen: unter denen Atcha, mit drei rauchenden Vulkanen, und der mächtige, von Sauer ſchon abgebildete Vulkan von Tanaga die berufenſten ſind; die Ratten-Inſeln und die etwas getrennten Inſeln Blynie: unter denen, wie ſchon oben geſagt, Attu den Uebergang zu der, Aſien nahen

Commandeur-Gruppe (Kupfer- und Berings-Inſel) macht. Die mehrfach wiederholte Behauptung, als fange auf der Halbinſel Kamtſchatka die, von NNO nach SSW gerichtete Reihe der Continental-Vulkane erſt da an, wo die vulkaniſche Erhebungs-Spalte der Aleuten unterſeeiſch die Halbinſel ſchneidet; als biete dieſe Aleuten-Spalte wie eine Zuleitung dar: ſcheint wenig begründet zu ſein. Nach des Admirals Lütke Karte des Berings-Meeres liegen die Inſel Attu, das weſtliche Extrem der Aleuten-Reihe, Br. 52° 46′, die unvulkaniſche Kupfer- und Berings-Inſel Br. 54° 30′ bis 55° 20′; und die Vulkan-Reihe von Kamtſchatka beginnt ſchon unter dem Parallel von 56° 40′ mit dem großen Vulkan Schiwelutſch, weſtlich vom Cap Stolbowoy. Die Richtung der Eruptiv-Spalten iſt auch ſehr verſchieden, faſt entgegengeſetzt. Auf Unimak iſt der höchſte der aleutiſchen Vulkane, nach Lütke 7578 Fuß. Nahe an der Nordſpitze von Umnak hat ſich im Monat Mai 1796 unter ſehr merkwürdigen, in Otto's von Kotzebue Entdeckungsreiſe (Bd. II. S. 106) vortrefflich geſchilderten Umſtänden die faſt acht Jahre entzündet gebliebene Inſel Agaſchagokh (oder Sanctus Johannes Theologus) aus dem Meere erhoben. Nach einem von Kruſenſtern bekannt gemachten Berichte hatte ſie im Jahr 1819 faſt vier geographiſche Meilen im Umfang und noch 2100 Fuß Höhe. Auf der Inſel Unalaſchka würden beſonders die von dem ſcharfſinnigen Chamiſſo angegebenen Verhältniſſe der hornblende-reichen Trachyte des Vulkans Matuſchkin (5136 F.) zu dem ſchwarzen Porphyr (?) und dem nahen Granite verdienen von einem mit dem Zuſtande der neueren Geologie vertrauten, die Zuſammenſetzung der Gebirgsarten oryctognoſtiſch und ſicher unterſuchenden Beobachter erforſcht zu werden. Von den zwei ſich nahen Inſeln der Pribytow-Gruppe, welche

vereinzelt in dem Berings-Meer liegen, ist St. Paul ganz vulkanisch, reich an Lava und Bimsstein, wenn dagegen die St. Georgs-Insel nur Granit und Gneiß enthält.

Nach der vollständigsten Aufzählung, die wir bisher besitzen, scheint die 240 geographische Meilen lange Reihe der Aleuten über 34, meist in neuen, historischen Zeiten thätige Vulkane zu enthalten. So sehen wir hier (unter 54° und 60° Breite und 162°—198° westlicher Länge) einen Streifen des ganzen Meeresgrundes zwischen zwei großen Continenten in steter, schaffender und zerstörender Wechselwirkung. Viele Inseln mögen in der Folge von Jahrtausenden, wie in der Gruppe der Azoren, dem Erscheinen über der Meeresfläche nahe, viele lange erschienene ganz oder theilweise unbeobachtet versunken sein! Zur Völker-Mischung, zum Uebergange von Volksstämmen bietet die aleutische Inselreihe einen Weg dar, welcher 13 bis 14 Grad südlicher als der der Berings-Straße ist: auf welchem die Tschuktschen *scheinen* von Amerika nach Asien, und zwar bis jenseits des Anadyr-Flusses, übergegangen zu sein.

Die *kurilische Inselreihe*, von der Endspitze von Kamtschatka bis zum Cap Broughton (dem nordöstlichsten Vorgebirge von Jezo), in einer Länge von 180 geogr. Meilen, erscheint mit 8 bis 10 meist noch entzündeten Vulkanen. Der nördlichste derselben, auf der Insel Alaid, bekannt durch große Ausbrüche in den Jahren 1770 und 1793, verdiente wohl endlich genau gemessen zu werden, da man seine Höhe bis zu zwölf- und vierzehn-tausend Fuß schätzt. Der weit niedrigere Pic Sarytschew (4227 F. nach Horner) auf Matana und die südlichsten japanischen Kurilen, Urup, Jetorop und Kunasiri, haben sich auch als sehr thätige Vulkane gezeigt.

Nun folgen in der Vulkan-Reihe *Jezo* und die drei großen

japaniſchen Inſeln, über welche der berühmte Reiſende, Herr von Siebold, zur Benutzung für den Kosmos, mir eine große und wichtige Arbeit wohlwollend mitgetheilt hat. Sie wird das Unvollſtändige berichtigen, was ich in meinen Fragmens de Géologie et de Climatologie asiatiques (T. I. p. 217—234) und in der Asie centrale (T. II. p. 540—552) der großen japaniſchen Encyclopädie entlehnte.

Die große, in ihrem nördlichen Theile ſehr quadratiſche Inſel Jezo (Br. 41° ½ bis 45° ½), durch die Sangar- oder Tſugar-Straße von Nippon, durch die Straße La Pérouſe von der Inſel Krafto (Kara-fu-to) getrennt, begrenzt durch ihr nordöſtliches Cap den Archipel der Kurilen; aber unſern des nordweſtlichen Caps Romanzow auf Jezo, das ſich 1½ Grade mehr nach Norden an die Straße La Pérouſe vorſtreckt, liegt unter Br. 45° 11′ der vulkaniſche Pic de Langle (5020 F.) auf der kleinen Inſel Riſiri. Auch Jezo ſelbſt ſcheint von Broughton's ſüdlicher Vulkan-Bai an bis gegen das Nordcap hin von einer Vulkan-Reihe durchſchnitten zu ſein: was um ſo merkwürdiger iſt, als auf dem ſchmalen Krafto, das faſt eine Fortſetzung vom Jezo iſt, die Naturforſcher der Lapérouſiſchen Expedition in der Baie de Castries rothe poröſe Laven- und Schlackenfelder gefunden haben. Auf Jezo ſelbſt zählt Siebold 17 Kegelberge, von denen der größere Theil erloſchene Vulkane zu ſein ſcheint. Der Kiaka, von den Japanern Uſuga-Take, d. i. Mörſerberg, genannt, wegen eines tief eingeſunkenen Kraters, und der Kajo-hori ſollen beide noch entzündet ſein. (Commod. Perry ſah zwei Vulkane bei dem Hafen Endermo, lat. 42° 17′, von der Vulkan-Bai aus.) Der hohe Manye (Kruſenſtern's Kegelberg Pallas) liegt mitten auf der Inſel Jezo, ohngefähr in Br. 44°, etwas oſt-nord-öſtlich von der Bai Strogonow.

„Die Geschichtsbücher von Japan erwähnen vor und seit unserer Zeitrechnung nur 6 thätige Vulkane, nämlich zwei auf der Insel Nippon und vier auf der Insel Kiusiu. Die Vulkane von Kiusiu, der Halbinsel Korea am nächsten, sind, in ihrer geographischen Lage von Süden nach Norden gerechnet: 1) der Vulkan Mitake auf dem Inselchen Sayura-Sima, in der nach Süden geöffneten Bai von Kagoshima (Provinz Satsuma), Br. 31° 33', Lg. 128° 21'; 2) der Vulkan Kirishima im District Naka (Br. 31° 45'), Provinz Fiuga; 3) der Vulkan Aso jama im District Aso (Br. 32° 45'), Provinz Figo; 4) der Vulkan Wunzen auf der Halbinsel Simabara (Br. 32° 44'), im District Takaku. Seine Höhe beträgt nach einer barometrischen Messung nur 1253 Meter oder 3856 Pariser Fuß: er ist also kaum hundert Fuß höher als der Vesuv (Rocca del Palo). Die geschichtlich heftigste Eruption des Vulkans Wunzen war die vom Februar 1793. Wunzen und Aso jama liegen beide ost-süd-östlich von Nangasaki."

„Die Vulkane der großen Insel Nippon sind, wieder von Süden nach Norden gezählt: 1) Vulkan Fusi jama, kaum 4 geogr. Meilen von der südlichen Küste entfernt, im District Fusi (Provinz Suruga; Br. 35° 18', Lg. 136° 15'). Seine Höhe, gemessen, wie der vorgenannte Vulkan Wunzen auf Kiusiu, von jungen, durch Siebold ausgebildeten Japanern, erreicht 3793 Meter oder 11675 Par. Fuß; er ist also fast 300 Fuß höher als der Pic von Teneriffa, mit dem ihn schon Kämpfer vergleicht (Wilhelm Heine, Reise nach Japan 1856 Bd. II. S. 4). Die Erhebung dieses Kegelberges wird im fünften Regierungsjahre des VI. Mikado (286 Jahre vor unserer Zeitrechnung) mit diesen (geognostisch merkwürdigen) Worten beschrieben: „in der Landschaft Omi versinkt eine bedeutende

Strecke Landes, ein Binnensee bildet sich und der Vulkan Fusi kommt zum Vorschein." Die geschichtlich bekanntesten, heftigsten Eruptionen aus den christlichen Jahrhunderten sind gewesen die von 799, 800, 863, 937, 1032, 1083 und 1707; seitdem ruht der Berg 2) Vulkan Asama jama: der centralste der thätigen Vulkane im Inneren des Landes; 20 geogr. Meilen von der süd-süd-östlichen und 13 Meilen von der nord-nord-westlichen Küste entfernt; im District Saku (Provinz Sinano); Br. 36° 22', Lg. 136° 18': also zwischen den Meridianen der beiden Hauptstädte Mijako und Jedo. Bereits im Jahre 864 hatte, gleichzeitig mit dem Vulkan Fusi jama, der Asama jama einen Ausbruch. Besonders verheerend und heftig war der vom Monat Julius 1783. Seitdem bleibt der Asama jama in fortdauernder Thätigkeit."

„Außer diesen Vulkanen wurden von europäischen Seefahrern noch zwei kleine Inseln mit rauchenden Kratern beobachtet, nämlich: 3) das Inselchen Iwôgasima oder Iwôsima (sima bedeutet Insel und iwô Schwefel; ga ist bloß ein Affixum des Nominativs), île du Volcan nach Krusenstern: im Süden von Kiusiu, in der Straße Van Diemen, unter 30° 43' N. B. und 127° 58' O. L.; nur 54 englische Meilen vom oben genannten Vulkan Mitake entfernt; Höhe des Vulkans 2220 F. (715m). Dieses Inselchen erwähnt bereits Linschoten im Jahr 1596, mit den Worten: „solches Eiland hat einen Vulkan, der ein Schwefel- oder feuriger Berg ist". Auch findet es sich auf den ältesten holländischen Seekarten unter dem Namen Vulcanus (Fr. von Siebold, Atlas vom Jap. Reiche, tab. XI). Krusenstern hat die Vulkan-Insel rauchen gesehn (1804); eben so Capt. Blake 1838, wie Guérin und de la Roche Poncié 1846. Höhe des Kegels nach dem letzteren

Seefahrer 2218 F. (715m). Das felsige Inselchen, dessen Landgrebe in der Naturgeschichte der Vulkane (Bd. I. S. 355) nach Kämpfer ohnweit Firato (Firando) als Vulkans erwähnt, ist unstreitig Iwôsima; denn die Gruppe, zu welcher Iwôsima gehört, heißt Kiusiu ku sima, d. i. die neun Inseln von Kiusiu, und nicht die 99 Inseln. Eine solche Gruppe giebt es bei Firato, nördlich von Nagasaki, und überhaupt in Japan nicht. 4) Die Insel Ohosima (Barneveld's Eiland, île de Vries nach Krusenstern); sie wird zur Provinz Idsu auf Nippon gerechnet und liegt vor der Bucht von Wodawara, unter 34° 42′ N. B. und 137° 4′ O. L. Broughton sah (1797) Rauch dem Krater entsteigen; vor kurzem hatte ein heftiger Ausbruch des Vulkans statt. Von dieser Insel zieht sich eine Reihe kleiner vulkanischer Eilande in südlicher Richtung bis Fatsi sjô (33° 6′ N. B.) hin und setzt sich bis nach den Bonin-Inseln (26° 30′ N. B. und 139° 45 O. L.) fort, welche nach A. Postels (Lutké, Voyage autour du monde dans les années 1826—29 T. III. p. 117) auch vulkanisch und sehr heftigen Erdbeben unterworfen sind."

„Dies sind also die acht geschichtlich thätigen Vulkane im eigentlichen Japan, in und nahe den Inseln Kiusiu und Nippon. Außer diesen geschichtlich bekannten acht Vulkanen ist aber noch eine Reihe von Kegelbergen aufzuführen, von denen einige, durch sehr deutlich, oft tief eingeschnittene Krater ausgezeichnet, als längst erloschene Vulkane erscheinen: so der Kegelberg Kaimon, Krusenstern's Pic Horner, im südlichsten Theile der Insel Kiusiu, an der Küste der Straße Van Diemen, in der Provinz Satsuma (Br. 31° 9′), kaum 6 geogr. Meilen entfernt in SSW von dem thätigen Vulkan Mitake; so auf Sikok der Kofusi oder kleine Fusi; auf dem Inselchen

Kutſunaſima (Provinz Jjo), Br. 33° 45′, an der öſtlichen Küſte der großen Straße Suwo Nada oder van der Capellen, welche die drei großen Theile des japaniſchen Reichs: Kiuſiu, Sikok und Nippon, trennt. Auf dem letzten, der Hauptinſel, werden von Südweſt nach Nordoſt neun ſolcher, wahrſcheinlich trachytiſcher Kegelberge gezählt, unter welchen die merkwürdigſten ſind: der Sira jama (weiße Berg) in der Provinz Kaga, Br. 36° 5′: welcher, wie der Tſjo kaiſan in der Provinz Dewa (Br. 39° 10′), für höher als der ſüdliche, über 11600 Fuß hohe Vulkan Fuſi jama geſchätzt wird. Zwiſchen beiden liegt in der Provinz Jetſigo der Jaki jama (Flammenberg, in Br. 36° 53′). Die zwei nördlichſten Kegelberge an der Tſugar-Straße, im Angeſicht der großen Inſel Jezo, ſind: 1) der Iwaki jama, welchen Kruſenſtern, der ſich ein unſterbliches Verdienſt um die Geographie von Japan erworben hat, den Pic Tileſius nennt (Br. 40° 42′); und 2) der Jake jama (brennende Berg, Br. 41° 20′), in Nambu, auf der nordöſtlichſten Endſpitze von Nippon, mit Feuerausbrüchen ſeit älteſter Zeit.“

In dem continentalen Theile der nahen Halbinſel Korea oder Korai (ſie verbindet ſich unter den Parallelen von 34° und 34°½ faſt mit Kiuſiu durch die Eilande Tſu ſima und Jki) ſind, trotz ihrer Geſtalt-Aehnlichkeit mit der Halbinſel Kamtſchatka, bisher keine Vulkane bekannt geworden. Die vulkaniſche Thätigkeit ſcheint auf die nahe gelegenen Inſeln eingeſchränkt zu ſein. So ſtieg im Jahr 1007 der Inſel-Vulkan Tſinmura, den die Chineſen Tanlo nennen, aus dem Meere hervor. Ein Gelehrter, Tien-kong-tſchi, wurde ausgeſandt, um das Phänomen zu beſchreiben und ein Bild davon anzufertigen.[63] Es iſt beſonders die Inſel Se he ſure

(Quelpaerts der Holländer), auf welcher die Berge überall eine vulkaniſche Kegelform zeigen. Der Centralberg erreicht nach La Pérouſe und Broughton 6000 Fuß Höhe. Wie viel Vulkaniſches mag nicht noch in dem weſtlichen Archipel zu entdecken ſein, wo der König der Koreer in ſeinem Titel ſich König von 10000 Inſeln nennt!

Von dem Pic Horner (Kaimon ga take) an der weſtlichen Südſpitze von Kiu-ſiu, im japaniſchen Drei-Inſelreiche, zieht ſich in einem Bogen, der gegen Weſten geöffnet iſt, eine kleine vulkaniſche Inſelreihe hin, und begreift zwiſchen den Straßen Van Diemen und Colnett Jakuno ſima und Tanega ſima; dann ſüdlich von der Straße Colnett in der Linſchoten-Gruppe[64] von Siebold (Archipel Cecille des Cap. Guérin), welche ſich bis zum Parallel von 29° erſtreckt, die Inſel Suwaſe ſima, die Vulkan-Inſel des Cap. Belcher (Br. 29° 39′ und Lg. 127° 21′): in Höhe von 2630 F. (855m) nach de la Roche Poncié; dann Baſil Hall's Schwefel-Inſel (Sulphur Island), die Tori ſima oder Vogel-Inſel der Japaner, Lung-hoang-ſchan des Pater Gaubil: Br. 27° 51′, Lg. 125° 54′, nach der Beſtimmung des Cap. de la Roche Poncié von 1848. Da ſie auch Iwo ſima genannt wird, ſo iſt ſie nicht mit der homonymen nördlicheren Inſel in der Straße Van Diemen zu verwechſeln. Die erſtere iſt von Baſil Hall vortrefflich beſchrieben worden. Zwiſchen 26° und 27° Breite folgen die Gruppe der Lieu-khieu- oder Lew-Chew-Inſeln (von den Bewohnern Loo Choo genannt), von denen Klaproth bereits 1824 eine Specialkarte geliefert hat; und ſüdweſtlicher der kleine Archipel von Madſchiko-ſima, welcher ſich an die große Inſel Formoſa anſchließt und von mir als das Ende der oſt-aſiatiſchen Inſeln

betrachtet wird. Nahe bei der öſtlichen Küſte von Formoſa (lat. 24°) iſt vom Lieut. Boyle im October 1853 ein großer Vulkan-Ausbruch im Meere beobachtet worden (Commod. Perry, Exped. to Japan Vol. I. p. 500). In den Bonin-Inſeln (Buna-Sima der Japaner, lat. $26^{0}\frac{1}{2}$ bis $27^{0}\frac{3}{4}$, lg. 139° 55′) hat Peel's Inſel mehrere ſchwefel- und ſchlackenreiche, wie es ſcheint, vor nicht langer Zeit ausgebrannte Krater (Perry I. p. 200 und 209).

VI. Süd-aſiatiſche Inſeln.

Wir begreifen unter dieſe Abtheilung Formoſa (Thaywan), die Philippinen, die Sunda-Inſeln und die Molukken. Die Vulkane von Formoſa hat uns zuerſt Klaproth nach chineſiſchen, immer ſo ausführlich naturbeſchreibenden Quellen kennen gelehrt.[65] Es ſind ihrer vier: unter denen der Tſchy-kang (Rothberg), mit einem heißen Kraterſee, große Feuerausbrüche gehabt hat. Die kleinen Baſchi-Inſeln und die Babuyanen, welche noch 1831 nach Meyen's Zeugniß einen heftigen Feuerausbruch erlitten, verbinden Formoſa mit den Philippinen, von denen die zerſtückelten und kleineren Inſeln die vulkanreichſten ſind. Leopold von Buch zählt auf ihnen 19 hohe iſolirte Kegelberge, im Lande Volcanes genannt, aber wahrſcheinlich theilweiſe geſchloſſene trachytiſche Dome. Dana glaubt, daß es im ſüdlichen Luzon jetzt nur zwei entzündete Vulkane giebt: den Vulkan Taal, der ſich in der Laguna de Bongbong erhebt; mit einem Circus, welcher wiederum eine Lagune einſchließt (Kosmos Bd. IV. S. 287); und in dem ſüdlichen Theile der Halbinſel Camarines den Vulkan Albay oder Mayon, welchen die Eingeborenen Iſaroe nennen.

Letzterer (3000 F. hoch) hatte große Eruptionen in den Jahren 1800 und 1814. In dem nördlichen Theile von Luzon ſind Granit und Glimmerſchiefer, ja ſelbſt Sediment-Formationen mit Steinkohlen verbreitet.[66]

Die langgedehnte Gruppe der Sulu- (Solo-) Inſeln (wohl 100 an der Zahl), verbindend Mindanao und Borneo, iſt theils vulkaniſch, theils von Corallenriffen durchzogen. Iſolirte ungeöffnete, trachytiſche, kegelförmige Pics werden freilich von den Spaniern oft Volcanes genannt.

Wenn man alles, was im Süden vom fünften nördlichen Breitengrade (im Süden von den Philippinen) zwiſchen den Meridianen der Nicobaren und des Nordweſtens von Neu-Guinea liegt: alſo die großen und kleinen Sunda-Inſeln und die Molukken, ſtreng durchmuſtert; ſo findet man als Reſultat der großen Arbeit des Dr. Junghuhn „in einem Kranz von Inſeln, welche das faſt continentale Borneo umgeben, 109 hohe feuerſpeiende Berge und 10 Schlamm-Vulkane.“ Dies iſt nicht eine ohngefähre Schätzung, ſondern eine wirkliche Aufzählung.

Borneo, die Giava maggiore des Marco Polo[67], bietet bis jetzt noch keine ſichere Kunde von einem thätigen Vulkane dar; aber freilich ſind auch nur ſchmale Streifen des Littorals (an der Nordweſt-Seite bis zur kleinen Küſten-Inſel Labuan und bis zum Cap Balambangan; an der Weſtküſte am Ausfluß des Pontianak; an der ſüdöſtlichen Spitze im Diſtrict Banjermas-Sing wegen der Gold-, Diamant- und Platina-Wäſchen) bekannt. Man glaubt auch nicht, daß der höchſte Berg der ganzen Inſel, vielleicht der ganzen ſüd-aſiatiſchen Inſelwelt, der zweigipflige Kina Bailu an der Nordſpitze, nur acht geogr. Meilen von der Piraten-Küſte entfernt, ein

Vulkan ſei. Cap. Belcher findet ihn 12850 Pariſer Fuß hoch, alſo faſt noch 4000 Fuß höher als den Gunung Paſaman (Ophir) von Sumatra.[68] Dagegen nennt Rajah Brooke in der Provinz Sarawak einen viel niedrigeren Berg, deſſen Name Gunung Api (Feuerberg im Malayiſchen) wie ſeine umherliegenden Schlacken auf eine ehemalige vulkaniſche Thätigkeit ſchließen laſſen. Große Niederlagen von Goldſand zwiſchen quarzigen Gangſtücken, das viele Waſchzinn der Flüſſe an entgegengeſetzten Ufern, der feldſpathreiche Porphyr[69] von den Sarambo-Bergen deuten auf eine große Verbreitung ſogenannter Ur- und Uebergangs-Gebirge. Nach den einzigen ſicheren Beſtimmungen, welche wir von einem Geologen beſitzen (von dem Dr. Ludwig Horner, Sohn des verdienſtvollen Züricher Aſtronomen und Weltumſeglers), werden im ſüdöſtlichen Theile von Borneo in mehreren ſchwunghaft bearbeiteten Wäſchen vereint, ganz wie am ſibiriſchen Ural, Gold, Diamanten, Platina, Osmium und Iridium (doch bisher nicht Palladium) gefunden. Formationen von Serpentin, Gabbro und Syenit gehören in großer Nähe einer 3200 Fuß hohen Gebirgskette, der der Ratuhs-Berge, an.[70]

Von den übrigen drei großen Sunda-Inſeln werden nach Junghuhn der noch jetzt thätigen Vulkane auf Sumatra 6 bis 7, auf Java 20 bis 23, auf Celebes 11; auf Flores 6 gezählt. Von den Vulkanen der Inſel Java haben wir ſchon oben (Kosmos Bd. IV. S. 324—332) umſtändlich gehandelt. In dem noch nicht ganz durchforſchten Sumatra ſind unter 19 Kegelbergen von vulkaniſchem Anſehen ſechs thätig.[71] Als ſolche ſind erkannt: der Gunung Indrapura, ohngefähr 11500 F. hoch, nach zur See gemeſſenen Höhenwinkeln, und vielleicht von gleicher Höhe als der genauer gemeſſene

Semeru oder Maha-Meru auf Java; der vom Dr. L. Horner erſtiegene Gunung Paſaman, auch Ophir genannt (9010 F.), mit einem faſt erloſchenen Krater; der ſchwefelreiche Gunung Salaſi, mit Schlacken-Auswürfen in den Jahren 1833 und 1845; Gunung Merapi (8980 F.): ebenfalls vom Dr. L. Horner, in Begleitung des Dr. Korthals, im Jahr 1834 erſtiegen, der thätigſte aller Vulkane Sumatra's und nicht mit den zwei gleichnamigen von Java[72] zu verwechſeln; Gunung Ipu, ein abgeſtumpfter, rauchender Kegel; Gunung Dempo im Binnenlande von Benkulen, zu zehntauſend Fuß Höhe geſchätzt.

So wie vier Inſelchen als Trachytkegel, unter denen der Pic Rekata und Panahitam (die Prinzen-Inſel) die höchſten ſind, in der Sunda-Straße aufſteigen und die Vulkan-Reihe von Sumatra mit der gedrängten Reihe von Java verbinden; ſo ſchließt ſich das öſtliche Ende Java's mit ſeinem Vulkan Idjen durch die thätigen Vulkane Gunung Batur und Gunung Agung auf der nahen Inſel Bali an die lange Kette der Kleinen Sunda-Inſeln an. In dieſer folgen öſtlich von Bali der rauchende, nach der trigonometriſchen Meſſung des Herrn Melville de Carnbee 11600 F. hohe Vulkan Rindjani auf der Inſel Lombok; der Temboro (5500 F.) auf Sumbawa oder Sambawa: deſſen die Luft verfinſternder Aſchen- und Bimsſtein-Ausbruch (April 1815) zu den größten gehört, deren Andenken die Geſchichte aufbewahrt hat;[73] ſechs zum Theil noch rauchende Kegelberge auf Flores . . .

Die große, vielarmige Inſel Celebes enthält ſechs Vulkane, die noch nicht alle erloſchen ſind; ſie liegen vereinigt auf der nordöſtlichen ſchmalen Halbinſel Menado. Neben ihnen ſprudeln ſiedend heiße Schwefelquellen, in deren eine, nahe dem-

Wege von Sonder nach Lamovang, ein viel gewanderter und frei beobachtender Reiſender, mein piemonteſiſcher Freund, der Graf Carlo Vidua, einſank und an Brandwunden, welche der Schlamm erzeugte, den Tod fand. Wie in den Molukken die kleine Inſel Banda aus dem, von 1586 bis 1824 thätigen, kaum 1700 F. Höhe erreichenden Vulkan Gunung Api; ſo beſteht die größere Inſel Ternate auch nur aus einem einzigen, an 5400 F. hohen Kegelberge, Gunung Gama Lama, deſſen heftige Ausbrüche von 1838 bis 1849 (nach mehr als anderthalb-hundertjähriger gänzlicher Ruhe) zu zehn verſchiedenen Epochen beſchrieben worden ſind. Nach Junghuhn ergoß ſich bei der Eruption vom 3 Februar 1840 aus einer Spalte nahe bei dem Fort Toluko ein Lavaſtrom, der bis zum Geſtade herabfloß[74]: „ſei es, daß die Lava eine zuſammenhangende, ganz geſchmolzene Maſſe bildete; oder ſich in glühenden Bruchſtücken ergoß, welche herabrollten und durch den Druck der darauf folgenden Maſſen über die Ebene hingeſchoben wurden.“ Wenn zu den hier einzeln genannten wichtigeren vulkaniſchen Kegelbergen die vielen ſehr kleinen Inſel-Vulkane zugefügt werden, deren hier nicht Erwähnung geſchehen konnte; ſo ſteigt[75], wie ſchon oben erinnert worden iſt, die Schätzung aller ſüdlich von dem Parallel des Caps Serangani auf Mindanao, einer der Philippinen, und zwiſchen den Meridianen des Nordweſt-Caps von Neu-Guinea in Oſten und der Nicobaren- und Andaman-Gruppe in Weſten gelegenen Feuerberge auf die große Zahl von 109. Dieſe Schätzung iſt in dem Sinne gemacht, als „auf Java 45, meiſt kegelförmige und mit Kratern verſehene Vulkane aufgezählt werden.“ Von dieſen ſind aber nur 21, von der ganzen Summe der 109 etwa 42 bis 45, als jetzt oder in hiſtoriſchen Zeiten thätige erkannt. Der mächtige Pic von

Timor diente einſt den Seefahrern zum Leuchtthurme, wie Stromboli. Auf der kleinen Inſel Pulu Batu (auch P. Komba genannt), etwas nördlich von Flores, ſah man 1850 einen Vulkan glühende Lava bis an den Meeresſtrand ergießen; eben ſo früher (1812) und ganz neuerlich, im Frühjahr 1856, den Pic auf der größeren Sangir-Inſel zwiſchen Magindanao und Celebes. Ob auf Amboina der berufene Kegelberg Wawani oder Ateti mehr als heißen Schlamm 1674 ergoſſen habe, bezweifelt Junghuhn, und ſchreibt gegenwärtig die Inſel nur den Solfataren zu. Die große Gruppe der ſüd-aſiatiſchen Inſeln hängt durch die Abtheilung der weſtlichen Sunda-Inſeln mit den Nicobaren und Andamanen des indiſchen Oceans, durch die Abtheilung der Molukken und Philippinen mit den Papuas, Pelew-Inſeln und Carolinen der Südſee zuſammen. Wir laſſen aber hier zuerſt die minder zahlreichen und zerſtreuteren Gruppen des indiſchen Oceans folgen.

VII. Der indiſche Ocean.

Er begreift den Raum zwiſchen der Weſtküſte der Halbinſel Malacca oder der Birmanen bis zur Oſtküſte von Afrika, alſo in ſeinem nördlichen Theile den bengaliſchen Meerbuſen und das arabiſche und äthiopiſche Meer einſchließend. Wir folgen der vulkaniſchen Thätigkeit des indiſchen Oceans in der Richtung von Nordoſt nach Südweſt.

Barren Island (die Wüſte Inſel) in dem bengaliſchen Meerbuſen, etwas öſtlich von der großen Andamans-Inſel (Br. 12° 15′), wird mit Recht ein thätiger Ausbruch-Kegel genannt, der aus einem Erhebungs-Krater hervorragt. Das Meer dringt durch eine ſchmale Oeffnung ein und füllt

ein inneres Becken. Die Erſcheinung dieſer, von Horsburgh 1791 aufgefundenen Inſel iſt überaus lehrreich für die Bildungs-Theorie vulkaniſcher Gerüſte. Man ſieht hier vollendet und permanent, was in Santorin und an anderen Punkten der Erde die Natur nur vorübergehend darbietet.[76] Die Ausbrüche im November 1803 waren, wie die des Sangay in den Cordilleren von Quito, ſehr beſtimmt periodiſch, mit Intervallen von 10 Minuten; Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akademie aus den J. 1818—1819 S. 62.

Die Inſel Narcondam (Br. 13° 24′), nördlich von Barren Island, hat auch in früheren Zeiten vulkaniſche Thätigkeit gezeigt: eben ſo wie noch nördlicher und der Küſte von Arracan nahe (10° 52′) der Kegelberg der Inſel Cheduba (Silliman's American Journal Vol. 38. p. 385).

Der thätigſte Vulkan, nach der Häufigkeit des Lava-Erguſſes gerechnet, nicht bloß in dem indiſchen Ocean, ſondern faſt in der ganzen Süd-Hemiſphäre zwiſchen den Meridianen der Weſtküſte von Neu-Holland und der Oſtküſte von Amerika, iſt der Vulkan der Inſel Bourbon in der Gruppe der Mascareignes. Der größere, beſonders der weſtliche und innere Theil der Inſel iſt baſaltiſch. Neuere olivin-arme Baſaltgänge durchſetzen das ältere, olivinreiche Geſtein; auch Schichten von Ligniten ſind in Baſalt eingeſchloſſen. Die Culminationspunkte der Gebirgs-Inſel ſind le Gros Morne und les trois Salazes, deren Höhe la Caille zu 10000 Fuß überſchätzte. Die vulkaniſche Thätigkeit iſt jetzt auf den ſüdöſtlichen Theil, le Grand Pays brûlé, eingeſchränkt. Der Gipfel des Vulkans von Bourbon, welcher faſt jedes Jahr nach Hubert zwei, oft das Meer erreichende Lavaſtröme giebt, hat nach der Meſſung von Berth 7507 Fuß Höhe.[77] Er zeigt viele Ausbruch-Kegel, denen

man beſondere Namen gegeben hat und die abwechſelnd ſpeien. Die Ausbrüche am Gipfel ſind ſelten. Die Laven enthalten glaſigen Feldſpath, und ſind daher mehr trachytiſch als baſaltiſch. Der Aſchenregen enthält oft Olivin in langen und feinen Fäden: ein Phänomen, das ſich am Vulkan von Owaihi wiederholt. Ein ſtarker, die ganze Inſel Bourbon bedeckender Ausbruch ſolcher Glasfäden ereignete ſich im Jahr 1821.

Von der nahen und großen Terra incognita, Madagascar, ſind nur bekannt die weite Verbreitung des Bimsſteins bei Tintingue, der franzöſiſchen Inſel Sainte Marie gegenüber; und das Vorkommen des Baſalts ſüdlich von der Bai von Diego Suarez, nahe bei dem nördlichſten Cap d'Ambre, umgeben von Granit und Gneiß. Der ſüdliche Central-Rücken der Ambohiſtmene-Berge wird (wohl ſehr ungewiß) auf 10000 Fuß geſchätzt. Weſtlich von Madagascar, im nördlichen Ausgange des Canals von Mozambique, hat die größte der Comoro-Inſeln einen brennenden Vulkan (Darwin, Coral Reefs p. 122).

Die kleine vulkaniſche Inſel St. Paul (38° 38′), ſüdlich von Amſterdam, wird vulkaniſch genannt nicht bloß wegen ihrer Geſtaltung, welche an die von Santorin, Barren Island und Deception Island in der Gruppe der New-Shetland-Inſeln lebhaft erinnert: ſondern auch wegen der mehrfach beobachteten Feuer- und Dampf-Eruptionen in der neueren Zeit. Die ſehr charakteriſtiſche Abbildung, welche Valentyn in ſeinem Werke über die Banda-Inſeln bei Gelegenheit der Expedition des Willem de Vlaming (Nov. 1696) giebt, ſtimmt vollkommen, wie die Breiten-Angabe, mit den Abbildungen im Atlas der Expedition von Macartney und der Aufnahme von Capt. Blackwood (1842) überein. Die kraterförmige, faſt eine engliſche Meile weite, runde Bai iſt von nach innen ſenkrecht

abgestürzten Felsen überall umgeben, mit Ausnahme einer schmalen Oeffnung, durch welche das Meer bei Fluthzeit eintritt. Die die Kraterränder bildenden Felsen fallen nach außen sanft und niedrig ab.[78]

Die 50 Minuten nördlicher gelegene Insel Amsterdam (37° 48′) besteht nach Valentyn's Abbildung aus einem einzigen, waldreichen, etwas abgerundeten Berge, auf dessen höchstem Rücken sich ein kleiner cubischer Fels, fast wie auf dem Cofre de Perote im mexicanischen Hochlande, erhebt. Während der Expedition von d'Entrecasteaux (März 1792) wurde die Insel zwei Tage lang ganz in Flammen und Rauch gehüllt gesehen. Der Geruch des Rauchs schien auf einen Wald- und Erdbrand zu deuten, man glaubte freilich hier und da auch Dampfsäulen aus dem Boden nahe dem Ufer aufsteigen zu sehen; doch waren die Naturforscher, welche die Expedition begleiteten, schließlich der Meinung, daß das räthselhafte Phänomen wenigstens nicht dem Ausbruch[79] des hohen Berges, als eines Vulkans, zuzuschreiben sei. Als sichrere Zeugen älterer und ächt vulkanischer Thätigkeit auf der Insel Amsterdam dürfte man wohl eher die Schichten von Bimsstein (uitgebranden puimsteen) anführen, deren schon Valentyn nach Vlaming's Schiffsjournal von 1696 erwähnt.

In Südost der Endspitze von Afrika liegen Marion's oder Prinz Eduard's Insel (47° 2′) und Possession Island (46° 28′ Br. und 49° 36′ Lg.), zur Crozet-Gruppe gehörig. Beide zeigen Spuren ehemaliger vulkanischer Thätigkeit: kleine conische Hügel[80], mit Ausbruch-Oeffnungen von säulenförmigem Basalt umgeben.

Oestlich, fast in derselben Breite, folgt Kerguelen's Insel (Cook's Island of Desolation), deren erste geologische

Beſchreibung wir ebenfalls der folgereichen, glücklichen Expedition von Sir James Roß verdanken. Bei dem von Cook benannten Christmas Harbour (Br. 48° 41′, Lg. 66° 42′) umwickeln Baſaltlaven, mehrere Fuß dicke, foſſile Holzſtämme; dort bewundert man auch den maleriſchen Arched Rock, eine natürliche Durchfahrts-Oeffnung in einer ſchmalen vortretenden Baſaltmauer. In der Nähe befinden ſich: Kegelberge, deren höchſte zu 2500 Fuß anſteigen, mit ausgebrannten Kratern; Grünſtein- und Porphyr-Maſſen, von Baſaltgängen durchſetzt; Mandelſtein mit Quarzdruſen bei Cumberland Bay. Am merkwürdigſten ſind die vielen Kohlenſchichten, von Trappfels (Dolerit wie am heſſiſchen Meißner?) bedeckt, im Ausgehenden von der Dicke weniger Zolle bis vier Fuß Mächtigkeit.[81]

Wenn man einen allgemeinen Blick auf das Gebiet des indiſchen Oceans wirft, ſo ſieht man die in Sumatra nordweſtlich gekrümmte Extremität der Sunda-Reihe ſich verlängern durch die Nicobaren, die großen und kleinen Andamanen; und die Vulkane von Barren Island, Narcondam und Cheduba faſt parallel der Küſte von Malacca und Tanaſſerim in den öſtlichen Theil des Meerbuſens von Bengalen eintreten. Längs den Küſten von Oriſſa und Coromandel iſt der weſtliche Theil des Buſens inſelfrei: denn das große Ceylon hat, wie Madagascar, einen mehr continentalen Charakter. Dem jenſeitigen Littoral der vorder-indiſchen Halbinſel (der Hochebene von Nil-Gerri, und den Küſten von Canara und Malabar) gegenüber ſchließt von 14° nördlicher bis 8° ſüdlicher Breite eine nord-ſüdlich gerichtete Reihe von drei Archipelen (der Lakediven, Maldiven und Chagos) ſich durch die Bänke von Sahia de Malha und Cargados Carajos an die vulkaniſche Gruppe der Mascareignes und an Madagascar

an: alles, ſo weit es ſichtbar, Gebäude von Corallen-Polypen, wahre Atolls oder Lagunen-Riffe: nach Darwin's geiſtreichen Vermuthungen, daß hier ein weiter Raum des Meergrundes nicht eine Erhebungs-, ſondern eine Senkungs-Fläche (area of subsidence) bildet.

VIII. Die Südſee.

Wenn man den Theil der Erdoberfläche, welcher gegenwärtig von Waſſer bedeckt iſt, mit dem Areal des Feſten vergleicht (ohngefähr ^{82} im Verhältniß von 2,7 zu 1), ſo erſtaunt man in geologiſcher Hinſicht über die Seltenheit der heute noch thätig gebliebenen Vulkane in der oceaniſchen Region. Die Südſee, deren Oberfläche beinahe um $\frac{1}{6}$ größer iſt als die Oberfläche aller Feſten unſeres Planeten; die Südſee, welche in der Aequinoctial-Region von dem Archipel der Galapagos bis zu den Pelew-Inſeln eine Breite von nahe an $\frac{2}{5}$ des ganzen Erdumkreiſes hat: zeigt weniger rauchende Vulkane, weniger Oeffnungen, durch welche das Innere des Planeten noch mit ſeiner Luft-Umhüllung in thätigem Verkehr ſteht, als die einzige Inſel Java. Der Geologe der großen amerikaniſchen Exploring Expedition (1838—1842) unter dem Befehle von Charles Wilkes, der geiſtreiche James Dana, hat das unverkennbare Verdienſt, ſich auf ſeine eigenen Erforſchungen und die fleißige Zuſammenſtellung aller ſicheren älteren Beobachtungen gründend, zuerſt durch Verallgemeinerung der Anſichten über Geſtaltung, Vertheilung und Achſenrichtung der Inſelgruppen; über Charakter der Gebirgsarten, Perioden der Senkung und Erhebung großer Strecken des Meeresbodens ein neues Licht über die Inſelwelt der Südſee verbreitet zu haben. Wenn

ich aus ſeinem Werke und aus den vortrefflichen Arbeiten von Charles Darwin, dem Geologen der Expedition des Cap. Fitzroy (1832—1836), ſchöpfe, ohne ſie jedesmal einzeln zu nennen; ſo kann bei der hohen Achtung, welche ich ihnen ſeit ſo vielen Jahren zolle, dies hier nicht gemißdeutet werden.

Ich vermeide gern die ſo willkührlichen und nach ganz verſchiedenen Grundſätzen der Vielheit und Größe, oder der Hautfarbe und Abſtammung der Bewohner geſchaffenen Abtheilungen: Polynésie, Micronésie, Melanésie und Malaisie[83]; und beginne die Aufzählung der noch thätigen Vulkane der Südſee mit denen, welche nördlich vom Aequator liegen. Ich gehe ſpäter in der Richtung von Oſten nach Weſten zu den zwiſchen dem Aequator und dem Parallel von 30° ſüdl. Breite liegenden Inſeln über. Die vielen Baſalt- und Trachyt-Inſelchen, mit ihren zahlloſen, zu ungleicher Zeit einſt eruptiven Kratern, dürfen allerdings nicht ordnungslos zerſtreut[84] genannt werden. Man erkennt bei der größeren Zahl, daß ihre Erhebung auf weit ausgedehnten Spalten und unterſeeiſchen Gebirgszügen geſchah, die regions- und gruppenweiſe beſtimmten Richtungen folgen und, ganz wie wir bei den continentalen Gebirgszügen von Inner-Aſien und vom Caucaſus erkennen, zu verſchiedenen Syſtemen gehören; aber die Raumverhältniſſe der Oeffnungen, welche zu einer beſtimmten Epoche ſich noch gleichzeitig thätig zeigen, hangen bei ihrer ſo überaus geringen Zahl wahrſcheinlich von den ſehr localen Störungen ab, welche die zuführenden Spalten erleiden. Linien, welche man verſuchen könnte durch drei, jetzt gleichzeitig thätige Vulkane zu legen, deren gegenſeitige Entfernung zwiſchen 600 und 750 geographiſche Meilen beträgt, ohne eruptive Zwiſchenglieder (ich bezeichne drei gegenwärtig zugleich entzündete Vulkane:

Mauna Loa mit Kilauea an ſeinem öſtlichen Abhange, den Kegelberg von Tanna in den Neuen Hebriden, und Aſſumption in den nördlichen Ladronen); würden uns über nichts belehren können, was im allgemeinen mit der Geneſis der Vulkane im Becken der Südſee zuſammenhängt. Anders iſt es, wenn man ſich auf einzelne Inſelgruppen beſchränkt und ſich in die, vielleicht vor-hiſtoriſchen Epochen verſetzt, wo die vielen, jetzt erloſchenen, an einander gereihten Krater der Ladronen (Marianen), der Neuen Hebriden und der Salomons-Inſeln thätig waren: aber dann gewiß nicht in einer Richtung von Südoſt nach Nordweſt oder von Norden nach Süden allmälig erloſchen. Ich nenne hier vulkaniſche Inſelreihen des hohen Meeres, denen aber auch analog ſind die Aleuten und andere wahre Küſten-Inſeln. Allgemeine Schlüſſe über die Richtung eines Erkaltungs-Proceſſes ſind täuſchend, weil die freie oder geſtörte Zuleitung temporär darauf einwirkt.

Mauna Loa* (nach engliſcher Schreibart Mouna Loa), durch die genaue Meſſung[85] der amerikaniſchen Exploring Expedition von Cap. Wilkes 12909 F. hoch befunden, alſo 1500 Fuß höher als der Pic von Teneriffa, iſt der mächtigſte Vulkan der Südſee-Inſeln und der einzige jetzt noch recht thätige in dem ganz vulkaniſchen Archipelagus der Hawaii- oder Sandwich-Inſeln. Die Gipfel-Krater, von denen der größere über 12000 F. Durchmeſſer hat, zeigen im gewöhnlichen Zuſtande einen feſten, von erkalteter Lava und Schlacken gebildeten Boden, aus welchem kleine dampfende Auswurfs-Kegel aufſteigen. Die Gipfel-Oeffnungen ſind im ganzen wenig thätig; doch haben ſie im Juni 1832 und im Januar 1843 viele Wochen lang dauernde Eruptionen gegeben, ja Lavaſtröme von 5 bis 7 geogr. Meilen Länge, den Fuß des Mauna Kea erreichend. Das Gefälle

(die Inclination) des, ganz zusammenhangenden, fließenden Stroms[86] war meist 6°, oft 10°—15°, ja selbst 25°. Sehr merkwürdig ist die Gestaltung des Mauna Loa dadurch, daß der Vulkan keinen Aschenkegel hat, wie der Pic von Teneriffa, wie Cotopaxi und so viele andere Vulkane; auch daß Bimsstein fast ganz fehlt[87]: ohnerachtet die schwärzlich grauen, mehr trachytartigen als basaltischen Laven des Gipfels feldspathreich sind. Für die außerordentliche Flüssigkeit der Laven des Mauna Loa, sie mögen aus dem Gipfel-Krater (Mokua-weo-weo) oder aus dem Lavasee (am östlichen Abfall des Vulkans, in nur 3724 F. Höhe über dem Meere) aufsteigen, zeugen die bald glatten, bald gekräuselten Glasfäden, welche der Wind über die ganze Insel verbreitet. Dieses Haarglas, das auch der Vulkan von Bourbon ausstößt, wird auf Hawaii (Owyhee) nach der Schutzgöttinn des Landes Pele's Haar genannt.

Dana hat scharfsinnig gezeigt, daß Mauna Loa kein Central-Vulkan für die Sandwich-Inseln und der Lavasee Kilauea keine Solfatare ist.[88] Das Becken von Kilauea hat im langen Durchmesser 15000 Fuß (fast $\frac{2}{3}$ einer geogr. Meile), im kleinen Durchmesser 7000 Fuß. Die dampfend aufkochende und aufsprühende Flüssigkeit, der eigentliche Lavapfuhl, füllt aber im gewöhnlichen Zustande nicht diese ganze Höhlung, sondern nur einen Raum, der im Längen-Durchmesser 13000, im Breiten-Durchmesser 4800 Fuß hat. Man steigt an den Kraterrändern stufenweise herab. Das große Phänomen läßt einen wunderbaren Eindruck von Stille und feierlicher Ruhe. Die Nähe eines Ausbruchs verkündigt sich hier nicht durch Erdbeben oder unterirdisches Geräusch, sondern bloß durch plötzliches Steigen und Fallen der Oberfläche der Lava, bisweilen mit einem Unterschiede von drei- und vierhundert Fuß bis

zur Erfüllung des ganzen Beckens. Wenn man geneigt wäre, nicht achtend die ungeheuren Unterſchiede der Dimenſionen, das Rieſenbecken von Kilauea mit den kleinen, durch Spallanzani zuerſt berühmt gewordenen Seiten-Kratern am Abhange des Stromboli in $\frac{4}{5}$ Höhe des am Gipfel ungeöffneten Berges zu vergleichen: alſo mit Becken aufkochender Lava von nur 30 bis 200 Fuß Durchmeſſer; ſo müßte man vergeſſen, daß die Feuerſchlünde am Abhange des Stromboli Schlacken bis zu großer Höhe ausſtoßen, ja ſelbſt Laven ergießen. Wenn der große Lavaſee von Kilauea (der untere und ſecundäre Krater des thätigen Vulkans Mauna Loa) auch bisweilen ſeine Ränder zu überſtrömen droht, ſo erzeugt er doch nie durch wirklich erreichte Ueberſtrömung einen eigentlichen Lavaſtrom. Dieſe entſtehen durch Abzug nach unten, durch unterirdiſche Canäle, durch Bildung neuer Ausbruchs-Oeffnungen in der Entfernung von 4 bis 5 geographiſchen Meilen: alſo in noch weit tiefer liegenden Punkten. Nach ſolchen Ausbrüchen, welche der Druck der ungeheuren Lavamaſſe im Becken von Kilauea veranlaßt, ſinkt die flüſſige Oberfläche in dieſem Becken. [89]

Von den zwei anderen hohen Bergen Hawaii's, Mauna Kea und Mauna Hualalai, iſt der erſtere nach Cap. Wilkes 180 Fuß höher als Mauna Loa: ein Kegelberg, auf deſſen Gipfel jetzt nicht mehr ein Terminal-Krater, ſondern nur längſt erloſchene Schlackenhügel zu finden ſind. Mauna Hualalai* hat ohngefähr 9400 Fuß Höhe, und iſt noch gegenwärtig entzündet. Im Jahr 1801 war eine Eruption, bei welcher die Lava weſtwärts das Meer erreichte. Den drei Bergcoloſſen Loa, Kea und Hualalai, die aus dem Meeresboden aufſtiegen, verdankt die ganze Inſel Hawaii ihre Entſtehung. In

der Beſchreibung der vielen Beſteigungen des Mauna Loa, unter denen die der Expedition von Capt. Wilkes ſich auf 28 Tage lange Forſchungen gründete, wird von Schneefall bei einer Kälte von 5 bis 8 Centeſimal-Graden unter dem Gefrierpunkt, auch von einzelnen Schneeflecken geredet, welche man ſchon in der Ferne durch Teleſcope am Gipfel des Vulkans unterſcheiden konnte; nie aber von perpetuirlichem Schnee.[90] Ich habe ſchon früher erinnert, daß nach den Höhenmeſſungen, die man gegenwärtig für die genaueſten halten kann, der Mauna Loa (12909 F.) und Mauna Kea (13089 F.) noch um 950 und 770 Fuß niedriger ſind, als ich die untere Grenze des ewigen Schnees in dem Continental-Gebirge von Mexico unter $19^0\frac{1}{2}$ Breite gefunden habe. Auf einer kleinen Inſel ſollte wegen geringerer Temperatur der unteren Luftſchichten in der heißeſten Jahreszeit der Tropenzone und wegen des größeren Waſſergehalts der oberen Atmoſphäre die ewige Schneelinie wohl etwas tiefer liegen.

Die Vulkane von Tafoa* und Amargura* in der Tonga-Gruppe ſind beide thätig, und der letztere hat einen beträchtlichen Lava-Ausfluß am 9 Juli 1847 gehabt.[91] Ueberaus merkwürdig und mit den Erfahrungen übereinſtimmend, daß die Corallenthiere die Küſten jetzt oder vor nicht langer Zeit entzündeter Vulkane ſcheuen, iſt der Umſtand, daß die an Corallenriffen reichen Tonga-Inſeln Tafoa und der Kegel von Kao davon ganz entblößt ſind.[92]

Es folgen die Vulkane von Tanna* und Ambrym*, letzterer weſtlich von Mallicollo in dem Archipel der Neuen Hebriden. Der Vulkan von Tanna, zuerſt von Reinhold Forſter beſchrieben, wurde ſchon bei Cook's Entdeckung der Inſel 1774 in vollem Ausbruch gefunden. Er iſt ſeitdem

immer thätig geblieben. Da ſeine Höhe kaum 430 Fuß beträgt, ſo iſt er mit dem bald zu nennenden Vulkan von Mendaña und dem japaniſchen Vulkan von Koſima einer der niedrigſten feuerſpeienden Kegelberge. Auf Mallicollo findet ſich viel Bimsſtein.

Mathew's Rock*: eine ſehr kleine rauchende Felsinſel von kaum 1110 Fuß Höhe, deren Ausbruch d'Urville im Januar 1828 beobachtet hat. Sie liegt in Oſten von der Südſpitze Neu-Caledoniens.

Vulkan von Tinakoro* in der Vanikoro- oder Santa-Cruz-Gruppe.

In demſelben Archipel von S. Cruz, wohl 20 geogr. Meilen in NNW von Tinakoro, erhebt ſich aus dem Meere, mit kaum 200 Fuß Höhe, der ſchon von Mendaña 1595 geſehene Vulkan* (Br. 10° 23′ ſüdl.). Seine Feuerausbrüche ſind bisweilen periodiſch von 10 zu 10 Minuten geweſen; bisweilen, wie zur Zeit der Expedition von d'Entrecaſteaux, war der Krater ſelbſt die Dampfſäule.

In der Salomons-Gruppe iſt entzündet der Vulkan der Inſel Seſarga*. Nahe dabei, alſo auch noch am ſüdöſtlichen Ende der langen Inſelreihe gegen die Vanikoro- oder Santa-Cruz-Gruppe hin, wurde ſchon an der Küſte von Guadalcanar vulkaniſche Ausbruch-Thätigkeit bemerkt.

In den Ladronen oder Marianen, im nördlichen Theil der Inſelreihe, die auf einer Meridian-Spalte ausgebrochen ſcheint, ſollen noch thätig ſein Guguan*, Pagon* und der Volcan grande von Aſuncion*.

Die Küſtenrichtung des kleinen Continents von Neu-Holland, beſonders die Veränderung derſelben, welche die Oſtküſte unter 25° ſüdlicher Breite (zwiſchen Cap Hervey

und der Moreton-Bai) erleidet, ſcheint ſich in der Zone nahe gelegener öſtlicher Inſeln zu reflectiren. Die große ſüdliche Inſel von Neu-Seeland, und die Kermadec- und Tonga-Gruppe ſtreichen von Südweſt nach Nordoſt: wie dagegen der nördliche Theil der Nord-Inſel von Neu-Seeland, von der Bay of Plenty bis Cap Oton, Neu-Caledonien und Neu-Guinea, die Neuen Hebriden, die Salomons-Inſeln [92], Neu-Irland und Neu-Britannien von Südoſt in Nordweſt, meiſt N 48° W, ſtreichen. Leopold von Buch[93] hat zuerſt ſehr ſcharfſinnig auf dieſes Verhältniß zwiſchen Continental-Maſſen und nahen Inſeln im griechiſchen Archipel und dem auſtraliſchen Corallenmeere aufmerkſam gemacht. Auch auf den Inſeln des letzteren Meeres fehlen nicht, wie ſchon beide Forſter (Cook's Begleiter) und La Billardière gelehrt, Granit und Glimmerſchiefer, die quarzreichen, einſt ſo genannten uranfänglichen Gebirgsarten. Dana hat ſie ebenfalls auf der Nord-Inſel von Neu-Seeland, weſtlich von Tipuna, in der Bay of Islands [94], geſammelt.

Neu-Holland zeigt nur in ſeiner Südſpitze (Australia Felix), am Fuß und ſüdlich von dem Grampian-Gebirge, friſche Spuren alter Entzündung; denn nordweſtlich von Port Phillip findet man nach Dana eine Zahl vulkaniſcher Kegel und Lavaſchichten, wie ebenfalls gegen den Murray-Fluß hin (Dana p. 453).

Auf Neu-Britannia* liegen an der Oſt- und Weſtküſte wenigſtens 3 Kegel, die in hiſtoriſchen Zeiten, von Tasman, Dampier, Carteret und La Billardière, als entzündet und lavagebend beobachtet wurden.

Zwei thätige Vulkane ſind auf Neu-Guinea*, an der nordöſtlichen Küſte, den obſidianreichen Admiralitäts-Inſeln und Neu-Britannien gegenüber.

Auf Neu-Seeland, von dem wenigstens die Geologie der Nord-Insel durch das wichtige Werk von Ernst Dieffenbach und die schönen Forschungen Dana's aufgeklärt worden ist, durchbricht an mehreren Punkten basaltisches und trachytisches Gestein die allgemeiner verbreiteten plutonischen und sedimentären Gebirgsarten: so in einem überaus kleinen Areal, nahe bei der Bay of Islands (lat. 35° 2'), wo sich die mit erloschenen Kratern gekrönten Aschenkegel Turoto und Poerua erheben; so südlicher (zwischen 37° $\frac{1}{2}$ und 39° $\frac{1}{4}$ Breite), wo der vulkanische Boden die ganze Mitte der Nord-Insel durchzieht: von Nordost nach Südwest in mehr denn 40 geographischen Meilen Länge, von der östlichen Bay of Plenty bis zum westlichen Cap Egmont. Diese Zone vulkanischer Thätigkeit durchschneidet hier, wie wir schon in einem weit größeren Maaßstabe in dem mexicanischen Festlande gesehen haben, als Queerspalte von Meer zu Meer, von NO in SW das innere, nord-südliche Längen-Gebirge, welches der ganzen Insel ihre Form zu geben scheint. Auf seinem Rücken stehen, wie an Durchschnittspunkten, die hohen Kegel Tongariro* (5816 F.), an dessen Krater auf der Höhe des Aschenkegels Vidwill gelangt ist, und etwas südlicher Ruapahu (8450 F.). Das Nordost-Ende der Zone bildet in der Bay of Plenty (lat. 38° $\frac{1}{2}$) eine stets rauchende Solfatare, der Insel-Vulkan Puhia-i-wakati*[95] (White Island); es folgen in Südwesten am Littoral selbst: der ausgebrannte Vulkan Putawaki (Mount Edgecombe), 9036 F. hoch, also wahrscheinlich der höchste Schneeberg auf Neu-Seeland; im Inneren zwischen dem Edgecombe und dem noch entzündeten Tongariro*, welcher einige Lavaströme ergossen hat, eine lange Kette von Seen, zum Theil siedend heißen Wassers. Der See Taupo, von schön glänzendem Leucit- und

Sanidin-Sande wie von Bimsstein-Hügeln umgeben, hat nahe an 6 geographische Meilen Länge und liegt mitten auf der Nord-Insel von Neu-Seeland, nach Dieffenbach 1255 F. über dem Meeresspiegel erhoben. Umher sind zwei englische Quadratmeilen ganz mit Solfataren, Dampfhöhlen und Thermalquellen bedeckt: deren letztere, wie am Geyser auf Island, mannigfaltige Silicat-Niederschläge bilden.[96] — Im Westen von Tongariro*, dem Hauptsitze der vulkanischen Thätigkeit, dessen Krater noch jetzt Dämpfe und Bimsstein-Asche ausstößt, nur 4 Meilen vom westlichen Littoral entfernt, erhebt sich der Vulkan Taranaki (Mount Egmont): 8293 Fuß hoch, welchen Dr. Ernst Dieffenbach zuerst im November 1840 erstiegen und gemessen hat. Der Gipfel des Kegels, welcher dem Umriß nach mehr dem Tolima als dem Cotopari gleicht, endet mit einer Hochebene, aus der ein sehr steiler Aschenkegel sich erhebt. Spuren jetziger Thätigkeit, wie bei dem Vulkan der Weißen Insel* und bei dem Tongariro*, wurden nicht beobachtet; auch keine zusammenhangenden Lavaströme. Die klingenden, sehr dünnschaligen Massen, welche gratenartig unter Schlacken, wie an einer Seite des Pics von Teneriffa, aus dem Aschenkegel selbst hervorragten, sind dem Porphyrschiefer (Phonolith) ähnlich.

Eine schmale, langgedehnte, ununterbrochene Anhäufung von Inselgruppen, auf nordwestlichen Spalten: wie Neu-Caledonien und Neu-Guinea, die Neuen Hebriden und Salomons-Inseln, Pitcairn, Tahiti und die Paumotu-Inseln; ausgebrochen: durchschneidet in einer Länge von 1350 geographischen Meilen in der südlichen Hemisphäre den Großen Ocean zwischen den Breiten-Parallelen von 12° und 27°, vom Meridian der Ostküste Australiens bis zur Osterinsel und zu dem Felsen Sala y Gomez in west-östlicher Richtung. Die

westlicheren Theile dieser Insel-Anhäufung (Neu-Britannien*, die Neuen Hebriden*, Vanikoro* in dem Archipel von Santa Cruz und die Tonga-Gruppe*) zeigen zur gegenwärtigen Zeit, in der Mitte des 19ten Jahrhunderts, Entzündung und feurige Thätigkeit. Neu-Caledonien, von basaltischen und anderen vulkanischen Inseln umgeben, hat aber bloß plutonisches Gestein[97], wie in den Azoren nach Leopold von Buch Santa Maria[98], und nach Graf Bedemar Flores und Graciosa. Dieser Abwesenheit vulkanischer Thätigkeit in Neu-Caledonien, wo neuerlichst Sediment-Formationen mit Steinkohlen-Flözen entdeckt worden sind, wird die dortige große Entwickelung belebter Corallenriffe zugeschrieben. Der Archipel der Viti- oder Fidschi-Inseln ist basaltisch und trachytisch zugleich, doch bloß durch heiße Quellen in der Savu-Bai auf Vanua Lebu ausgezeichnet.[99] Die Samoa-Gruppe (Navigators Islands), nordöstlich von dem Viti- und fast ganz nördlich von dem noch entzündeten Tonga-Archipel ist ebenfalls basaltisch; und dabei charakterisirt durch eine Unzahl von linear geordneten Ausbruch-Kratern, die von Tuffschichten mit eingebackenen Corallenstücken umgeben sind. Geognostisch am merkwürdigsten ist der Pic Tafua auf der, zu der Samoa-Gruppe gehörigen Insel Upolu: nicht zu verwechseln mit dem noch entzündeten Pic Tafoa südlich von Amargura in dem Tonga-Archipel. Der Pic Tafua (2006 F.), welchen Dana zuerst[100] bestiegen und gemessen, hat einen großen, ganz mit dicker Waldung erfüllten Krater, der einen regelmäßig abgerundeten Aschenkegel krönt. Von Lavaströmen ist hier keine Spur; dagegen fanden sich schlackige Lavafelder (Malpais der Spanier) mit krauser, oft strickförmig gewundener Oberfläche am Kegelberge von Apia (2417 F.), ebenfalls auf Upolu, wie am Pic Fao, der 3000 F.

erreicht. Die Lavafelder von Apia enthalten ſchmale unterirdiſche Höhlen.

Tahiti, in der Mitte der Societäts-Inſeln, weit mehr trachytiſch als baſaltiſch, zeigt recht eigentlich nur noch die Trümmer ſeines ehemaligen vulkaniſchen Gerüſtes: und aus dieſen mächtigen, wall- und zackenartig geſtalteten Trümmern, mit ſenkrechten, mehrere tauſend Fuß tiefen Abſtürzen, iſt es ſchwer die alte, urſprüngliche Form der Vulkane zu entziffern. Von den beiden größten Gipfeln, Aorai und Orohena, iſt jener zuerſt von Dana[1] erſtiegen und von dieſem gründlichen Geognoſten unterſucht worden. Der Trachytberg, der Orohena, ſoll die Höhe des Aetna erreichen. Tahiti hat alſo, nächſt der thätigen Gruppe der Sandwich-Inſeln, das höchſte Eruptions-Geſtein des ganzen oceaniſchen Gebiets zwiſchen den Continenten von Amerika und Aſien. Ein feldſpathartiges Geſtein von den, Tahiti nahen, kleinen Inſeln Borabora und Maurua, von neueren Reiſenden mit dem Namen Syenit, von Ellis in den Polynesian Researches mit dem Namen eines granitartigen Aggregats von Feldſpath und Quarz bezeichnet; verdient, da poröſer, ſchlackiger Baſalt ganz in der Nähe ausbricht, eine viel genauere oryctognoſtiſche Unterſuchung. Ausgebrannte Krater und Lavaſtröme ſind auf den Societäts-Inſeln jetzt nicht zu finden. Man fragt ſich: ſind die Krater auf den Berggipfeln zerſtört? oder blieben die hohen, alten, jetzt geſpaltenen und umgewandelten Gerüſte oben domförmig geſchloſſen; und ſind hier, wie wahrſcheinlich an vielen anderen Punkten des gehobenen Meeresbodens, Baſalt und Trachytſchichten unmittelbar aus Erdſpalten ergoſſen worden? Extreme großer Zähigkeit (Viſcoſität) oder großer Flüſſigkeit des Ergoſſenen, ſo wie die verſchiedene Enge und Weite der Spalten, durch welche der

Erguß geſchieht, modificiren die Geſtaltung der ſich bildenden vulkaniſchen Gebirgsſchichten und veranlaſſen da, wo Reibung die ſogenannte Aſche und fragmentariſche Zerſtückelung hervorbringt, die Entſtehung kleiner, meiſt vergänglicher Auswurfs-Kegel, welche mit den großen Terminal-Aſchenkegeln der permanenten Gerüſte nicht zu verwechſeln ſind.

Ganz nahe öſtlich folgen auf die Societäts-Inſeln die Niedrigen Inſeln oder Paumotu. Sie ſind bloß Corallen-Inſeln, mit der merkwürdigen Ausnahme der baſaltiſchen, kleinen Gambier- und Pitcairn-Gruppe.[2] Der letzteren ähnlich findet ſich vulkaniſches Geſtein auch in demſelben Parallele (zwiſchen 25° und 27° ſüdlicher Breite) 315 geogr. Meilen öſtlicher in der Oſterinſel (Waihu), und wahrſcheinlich noch 60 Meilen weiter in den Klippen Sala y Gomez. Auf Waihu, wo die höchſten kegelförmigen Gipfel kaum eintauſend Fuß hoch ſind, bemerkte Cap. Beechey eine Reihe von Kratern, von denen aber keiner entzündet ſchien.

Im äußerſten Oſten gegen den Neuen Continent hin endet das Gebiet der Südſee-Inſeln mit einer der entzündetſten aller Inſelgruppen, mit dem aus fünf größeren Inſeln beſtehenden Archipel der Galapagos. Faſt nirgends ſind auf einem kleinen Raume von kaum 30 bis 35 geogr. Meilen Durchmeſſers ſolch eine Unzahl von Kegelbergen und erloſchenen Kratern (Spuren alter Communication des Inneren der Erde mit dem Luftkreiſe) ſichtbar geblieben. Darwin ſchlägt die Zahl der Krater faſt auf zweitauſend an. Als dieſer geiſtreiche Forſcher auf der Expedition des Beagle unter Capitän Fitzroy die Galapagos beſuchte, waren zwei Krater zugleich in feuriger Eruption. Auf allen Inſeln ſind Ströme von ſehr flüſſiger Lava zu ſehen, die ſich theilen und ſich oft bis in das Meer

ergoſſen haben. Faſt alle ſind reich an Augit und Olivin; einige mehr trachytartige ſollen Albit[3] in großen Kryſtallen enthalten. Es wären wohl bei der jetzigen Vervollkommnung des oryctognoſtiſchen Wiſſens Unterſuchungen anzuſtellen, ob in dieſen porphyrartigen Trachyten nicht Oligoklas, wie auf Teneriffa, im Popocatepetl und Chimborazo; oder Labrador, wie im Aetna und Stromboli, enthalten ſeien. Bimsſtein fehlt ganz auf den Galapagos, wie am Veſuv, als von ihm producirt; auch wird der Hornblende nirgends Erwähnung gethan: alſo herrſcht dort nicht die Trachyt-Formation von Toluca, Orizaba und einiger Vulkane Java's, aus denen Dr. Junghuhn mir, wohl ausgewählte, feſte Lavaſtücke zur Unterſuchung für Guſtav Roſe eingeſchickt hat. Auf der größten und weſtlichſten Inſel der Galapagos-Gruppe, auf Albemarle, ſind die Kegelberge linear, alſo auf Spalten gereiht. Ihre größte Höhe erreicht doch nur 4350 Fuß. Der weſtliche Buſen, in welchem der 1825 heftig entzündete Pic Narborough ſich inſelförmig erhebt, wird von Leopold von Buch[4] als ein Erhebungs-Krater beſchrieben und mit Santorin verglichen. Viele Kraterränder auf den Galapagos ſind von Tuffſchichten gebildet, die nach allen Seiten abfallen. Denkwürdig und auf die gleichzeitige Wirkung einer großen Cataſtrophe hindeutend iſt es, daß alle Kraterränder gegen Süden ausgebrochen oder gänzlich zerſtört ſind. Ein Theil von dem, was man in den älteren Beſchreibungen Tuff nennt, ſind Palagonit-Schichten, ganz denen von Island und Italien gleich: wie ſchon Bunſen von den Tuffen der Inſel Chatham durch genaue Analyſe ergründet hat.[5] Dieſe, die öſtlichſte Inſel der ganzen Gruppe und von Beechey aſtronomiſch genau beſtimmt, iſt, nach meiner Längen-Beſtimmung der Stadt Quito (81° 4′ 38″)

und nach Acoſta's Mapa de la Nueva Granada von 1849 von der Punta de S. Francisco noch 134 geographiſche Meilen entfernt.

IX. Mexico.

Die ſechs mexicaniſchen Vulkane: Turtla*, Orizaba, Popocatepetl*, Toluca, Jorullo* und Colima*; von denen vier in hiſtoriſchen Zeiten entzündet geweſen ſind, wurden ſchon früher[6] aufgezählt und in ihrer geognoſtiſch merkwürdigen gegenſeitigen Stellung beſchrieben. Nach neueren Unterſuchungen von Guſtav Roſe iſt in dem Geſtein des Popocatepetl oder großen Vulkans von Mexico die Formation des Chimborazo wiederholt. Es beſteht dies Geſtein ebenfalls aus Oligoklas und Augit. Selbſt in den pechſteinartigen, faſt ſchwarzen Trachytſchichten iſt noch der Oligoklas in ſehr kleinen, ſchiefwinkligen Kryſtallen zu erkennen. Zu eben dieſer Chimborazo- und Teneriffa-Formation gehört der Vulkan von Colima, weit in Weſten ſtehend, nahe dem Littoral der Südſee. Ich habe dieſen Vulkan nicht geſehen; aber wir verdanken Herrn Pieſchel[7] (ſeit dem Frühjahr 1855) die ſehr belehrende Anſicht der von ihm geſammelten Gebirgsarten, wie auch intereſſante geologiſche Notizen über alle Vulkane des ganzen mexicaniſchen Hochlandes, die er ſämmtlich ſelbſt beſucht hat. Der Vulkan von Toluca, deſſen ſchmale und ſchwer zu erreichende höchſte Kuppe (den Pico del Frayle) ich am 29 Sept. 1803 erſtiegen und barometriſch 14232 Fuß hoch gefunden habe, hat eine ganz andere mineralogiſche Zuſammenſetzung als der noch thätige Popocatepetl und der Feuerberg von Colima: welchen man nicht mit einem anderen, höheren Gipfel, dem ſogenannten Schneeberg, verwechſeln muß. Der Vulkan von Toluca beſteht, wie

der Pic von Orizaba, Puy de Chaumont in der Auvergne und Aegina, aus einer Association von Oligoklas und Hornblende. Nach dieser kurzen Angabe sind, was sehr zu beachten ist, in der langen Reihe der Vulkane, welche sich von Meer zu Meer erstrecken, nicht zwei zunächst auf einander folgende Glieder von gleicher mineralogischer Zusammensetzung.

X. Das nordwestliche Amerika

(nördlich vom Parallel des Rio Gila).

In dem Abschnitt, welcher von der vulkanischen Thätigkeit auf den ost-asiatischen Inseln handelt[8], ist mit besonderer Wichtigkeit der bogenartig gekrümmten Richtung der Erhebungs-Spalte gedacht worden, aus der die Aleuten emporgestiegen sind und die einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen dem asiatischen und amerikanischen Continent, zwischen den zwei vulkanischen Halbinseln Kamtschatka und Aliaska, offenbart. Es ist hier der Ausgang oder vielmehr die nördliche Grenze eines mächtigen Busens des Stillen Meers, welches von den 150 Längengraden, die es unter dem Aequator von Osten nach Westen einnimmt, zwischen den Endspitzen der eben genannten zwei Halbinseln sich auf 37 Längengrade verengt. Auf dem amerikanischen Festlande, dem Littoral nahe, ist eine Zahl mehr oder weniger thätiger Vulkane den Seefahrern erst seit 70 bis 80 Jahren bekannt geworden; aber diese Gruppe lag bisher wie isolirt, unzusammenhangend mit der Vulkan-Reihe der mericanischen Tropengegend oder den Vulkanen, welche man auf der Halbinsel von Californien vermuthete. Die Einsicht in diese wichtige geognostische Verkettung ist jetzt, wenn man eine Reihe ausgebrannter Trachytkegel als Mittelglieder

aufzählt, für eine Lücke von mehr als 28 Breitengraden zwiſchen Durango und dem neuen Washington territory, nördlich von Weſt-Oregon, aufgefunden; und die phyſiſche Erdbeſchreibung verdankt dieſen wichtigen Fortſchritt den, auch wiſſenſchaftlich ſo wohl geordneten Expeditionen, welche die Regierung der Vereinigten Staaten zu Aufſuchung der geeignetſten Wege von den Miſſiſippi-Ebenen nach den Küſten der Südſee ausgerüſtet hat. Alle Theile der Naturgeſchichte haben zugleich dabei Vortheil gezogen. Große Landesſtrecken ſind in der nun durchforſchten terra incognita dieſes Zwiſchenraumes ſehr nahe den Rocky Mountains an ihrem öſtlichen Abfall, bis in weite Entfernung vom weſtlichen Abfall, mit Erzeugniſſen ausgebrannter oder noch thätiger Vulkane (wie in dem Caſcaden-Gebirge) bedeckt gefunden worden. So ſehen wir alſo, von Neu-Seeland ausgehend, auf einem langen Wege erſt in Nordweſten durch Neu-Guinea, die Sunda-Inſeln, die Philippinen und Oſt-Aſien, bis zu den Aleuten aufſteigend; dann hinabſteigend gegen Süden in das nordweſtliche, mericaniſche, mittel- und ſüdamerikaniſche Gebiet bis zur Endſpitze von Chili: den geſammten Umkreis des Meerbeckens des Stillen Oceans, in einer Erſtreckung von 6600 geogr. Meilen, mit einer Reihe erkennbarer Denkmäler vulkaniſcher Thätigkeit umgeben. Ohne in das Einzelne genauer geographiſcher Orientirung und der vervollkommneten Nomenclatur einzugehen, war eine ſolche kosmiſche Anſicht nicht zu begründen.

Es bleibt uns von dem hier bezeichneten Umkreiſe des großen Meerbeckens (man ſollte ſagen[9], da es nur Eine, überall communicirende Waſſermaſſe auf der Erde giebt: des größten unter den Theilen der einigen Maſſe,

welche zwiſchen Continente eindringen) noch die Länderſtrecke zu beſchreiben übrig, welche von dem Rio Gila bis zu Norton's und Kotzebue's Sunden reicht. Analogien, die man hergenommen aus Europa von den Pyrenäen oder der Alpenkette, aus Südamerika von den Cordilleren der Andes von Süd-Chili bis zum fünften Grade nördlicher Breite in Neu-Granada, haben, durch phantaſtiſche Kartenzeichnungen unterſtützt, die irrige Meinung verbreitet, als könne das mexicaniſche Hochgebirge oder ſein höchſter Rücken mauerartig unter dem Namen einer Sierra Madre von Südoſt nach Nordweſt verfolgt werden. Der gebirgige Theil von Mexico aber iſt eine breite, mächtige Anſchwellung, welche ſich allerdings in der eben angegebenen Richtung zwiſchen zwei Meeren in fünf- bis ſiebentauſend Fuß Höhe zuſammenhangend darbietet; auf der ſich aber, wie am Caucaſus und in Inner-Aſien, nach partiellen, ſehr verſchiedenartigen Richtungen, höhere vulkaniſche Bergſyſteme bis über 14000 und 16700 Fuß erheben. Die Reihung dieſer partiellen Gruppen, auf nicht unter ſich parallelen Spalten ausgebrochen, iſt in ihrer Orientirung meiſt unabhängig von der idealen Achſe, welche man durch die ganze Anſchwellung des wellenförmig verflachten Rückens legen kann. Dieſe ſo merkwürdigen Verhältniſſe der Bodengeſtalt veranlaſſen eine Täuſchung, welche den maleriſchen Eindruck des ſchönen Landes erhöht. Die mit ewigem Schnee bedeckten Bergcoloſſe ſcheinen wie aus einer Ebene emporzuſteigen. Man verwechſelt räumlich den Rücken der ſanften Anſchwellung, die Hochebene, mit den Ebenen des Tieflandes; und nur das Klima, die Abnahme der Temperatur, erinnert unter demſelben Breitengrade an das, was man geſtiegen iſt. Die oft erwähnte Erhebungs-Spalte der Vulkane von Anahuac (in der oſt-weſtlichen Richtung zwiſchen

19° und 19° $\frac{1}{4}$ Breite) ſchneidet [10] faſt rechtwinklig die allgemeine Anſchwellungs-Achſe.

Die hier bezeichnete Geſtaltung eines beträchtlichen Theils der Erdoberfläche, den man durch ſorgfältige Meſſungen erſt ſeit dem Jahre 1803 zu ergründen begonnen; iſt nicht zu verwechſeln mit ſolchen Anſchwellungen, welche man von zwei mauerartig begrenzenden Gebirgsketten, wie in Bolivia um den See Titicaca und in Inner-Aſien zwiſchen dem Himalaya und Kuen-lün, umſchloſſen findet. Die erſtgenannte, ſüdamerikaniſche Anſchwellung, welche gleichſam den Boden (die Sohle) eines Thales bildet, hat nach Pentland im Mittel 12054; die zweite, tibetiſche, nach Capt. Henry Strachey, Joſeph Hooker und Thomas Thomſon über 14070 Fuß Höhe über dem Meere. Der Wunſch, den ich vor einem halben Jahrhundert in meiner ſehr umſtändlichen Analyse de l'Atlas géographique et physique du royaume de la Nouvelle-Espagne (§ XIV) geäußert habe: daß mein Profil der Hochebene zwiſchen Merico und Guanaruato durch Meſſungen über Durango und Chihuahua bis Santa Fé del Nuevo Mexico fortgeſetzt werden möge; iſt jetzt vollſtändig erfüllt. Die Länge des Weges beträgt, nur $\frac{1}{4}$ auf die Krümmungen gerechnet, weit über dreihundert geographiſche Meilen; und das Charakteriſtiſche dieſer, ſo lange unbeachteten Erdgeſtaltung (das Sanftwellige der Anſchwellung und die Breite derſelben im Queer-Durchſchnitt, bisweilen 60 bis 70 geogr. Meilen erreichend) offenbart ſich durch den Umſtand, daß hier ein Parallelen-Unterſchied von vollen 16° 20′ (von Merico nach Santa Fé), ohngefähr gleich dem von Stockholm und Florenz, auf dem Rücken des Tafellandes, ohne Vorrichtung von Kunſtſtraßen, auf vierrädrigen Wagen überſchritten wird. Die

Möglichkeit eines solchen Verkehrs war den Spaniern schon am Ende des 16ten Jahrhunderts bekannt, als der Vicekönig, Conde de Monterey[11], von Zacatecas aus die ersten Ansiedlungen anordnete.

Zur Bekräftigung dessen, was über die Höhenverhältnisse zwischen der Hauptstadt Mexico und Santa Fé del Nuevo Mexico im allgemeinen gesagt worden ist, schalte ich hier die Haupt-Elemente der barometrischen Nivellirungen ein, die von 1803 bis 1847 vollbracht worden sind. Ich lasse die Punkte in der Richtung von Norden nach Süden folgen, damit die nördlichsten, in der Reihung obenan gestellt, der Orientirung unserer Karten leichter entsprechen:[12]

Santa Fé del Nuevo Mexico (lat. 35° 41′) Höhe 6611 Par. Fuß, Ws

Albuquerque[13] (lat. 35° 8′) Höhe 4550 F., Ws

Paso del Norte[14] am Rio Grande del Norte (lat. 29° 48′) Höhe 3557 F., Ws

Chihuahua (lat. 28° 32′) 4352 F., Ws

Cosiquiriachi 5886 F., Ws

Mapimi im Bolson de Mapimi (lat. 25° 54′) 4487 F., Ws

Parras (lat. 25° 32′) 4678 F., Ws

Saltillo (lat. 25° 10′) 4917 F., Ws

Durango (lat. 24° 25′) 6426 F., nach Oteiza

Fresnillo (lat. 23° 10′) 6797 F., Bt

Zacatecas (lat. 22° 50′) 8456 F., Bt

San Luis Potosi (lat. 22° 8′) 5714 F., Bt

Aguas calientes (lat. 21° 53′) 5875 F., Bt

Lagos (lat. 21° 20′) 5983 F., Bt

Villa de Leon (lat. 21° 7′) 5755 F., Bt

Silao 5546 F., Bt

Guanaruato (lat. 21° 0′ 15″) 6414 F., Ht

Salamanca (lat. 20° 40′) 5406 F., Ht

Celaya (lat. 20° 38′) 5646 F., Ht

Queretaro (lat. 20° 36′ 39″) 5970 F., Ht

San Juan del Rio im Staat Queretaro (lat. 20° 30′) 6090 F., Ht

Tula (lat. 19° 57′) 6318 F., Ht

Pachuca 7638 F., Ht

Moran bei Real del Monte 7986 F., Ht

Huehuetoca, nördliches Ende der großen Ebene von Merico (lat. 19° 48′), 7068 F., Ht

Merico (lat. 19° 25′ 45″) 7008 F., Ht

Toluca (lat. 19° 16′) 8280 F., Ht

Venta de Chalco, südöstliches Ende der Ebene von Merico (lat. 19° 16′), 7236 F., Ht

San Francisco Ocotlan, westliches Ende der großen Ebene von Puebla: 7206 F., Ht

Cholula, am Fuß der alten Treppen-Pyramide (lat. 19° 2′), 6480 F., Ht

la Puebla de los Angeles (lat. 19° 0′ 15″) 6756 F., Ht

(Das Dorf las Vigas bezeichnet das östliche Ende der Hochebene von Anahuac, lat. 19° 37′; die Höhe des Dorfes ist 7332 F., Ht)

Während vor dem Anfang des 19ten Jahrhunderts kein einziger Höhenpunkt in ganz Neuspanien barometrisch gemessen war, ist es jetzt möglich gewesen hier in der Richtung von Norden nach Süden, in einer Zone von fast $16\frac{1}{2}$ Breitengraden, zwischen den Städten Santa Fé und der Hauptstadt Merico 32 hypsometrisch und meist auch astronomisch bestimmte Orte

aufzuſtellen. Wir ſehen die Bodenfläche der breiten mericaniſchen Hochebene im Mittel zwiſchen 5500 und 7000 Fuß Höhe wellenförmig ſchwanken. Der niedrigſte Theil des Weges von Parras bis Albuquerque iſt noch 1000 Fuß höher als der höchſte Theil des Veſuvs.

Von der großen, aber ſanften[15] Anſchwellung des Bodens, deren culminirenden Theil wir eben betrachtet haben und welche von Süden nach Norden, von dem tropiſchen Theile bis zu den Parallelen von 42° und 44°, in oſt-weſtlicher Ausdehnung dermaßen zunimmt, daß das Great Basin, weſtlich vom großen Salzſee der Mormonen, im Durchmeſſer über 85 geographiſche Meilen bei 4000 Fuß mittlerer Höhe hat; ſind die mauerartig darauf ſtehenden Gebirgsketten ſehr verſchieden. Die Kenntniß dieſer Geſtaltung iſt eine der Hauptfrüchte von Frémont's großen hypſometriſchen Unterſuchungen in den Jahren 1842 und 1844. Die Anſchwellung iſt von einer anderen Epoche als das ſpäte Aufſteigen deſſen, was man Gebirgszüge und Syſteme verſchiedener Richtung nennt. Wo ohngefähr unter dem 32ten Breitengrade nach den jetzigen Grenzbeſtimmungen die Gebirgsmaſſe von Chihuahua in das weſtliche Gebiet der Vereinigten Staaten (in die von Merico abgeriſſenen Provinzen) eintritt, führt dieſelbe ſchon den etwas unbeſtimmten Namen der Sierra Madre. Eine beſtimmte Bifurcation[16] zeigt ſich aber erſt in der Gegend von Albuquerque. Bei dieſer Bifurcation behält die weſtliche Kette die allgemeine Benennung der Sierra Madre; die öſtliche erhält von lat. 36° 10′ an (etwas nordöſtlich von Santa Fé) bei amerikaniſchen und engliſchen Reiſenden den eben nicht glücklich gewählten, aber jetzt überall eingeführten Namen des Felsgebirges, der Rocky Mountains. Beide Ketten bilden ein

Längenthal, in dem Albuquerque, Santa Fé und Taos liegen und welches der Rio Grande del Norte durchſtrömt. In lat. 38° ½ wird das Thal durch eine oſt-weſtliche, 22 geogr. Meilen lange Kette geſchloſſen. Ungetheilt ſetzen die Rocky Mountains in einer Meridian-Richtung fort bis lat. 41°. In dieſem Zwiſchenraum erheben ſich etwas öſtlich die Spanish Peaks, Pike's Peak (5440 F.), den Frémont ſchön abgebildet hat, James Peak (10728 F.) und die 3 Park Mountains: welche drei hohe Keſſelthäler einſchließen, deren Seitenwände mit dem öſtlichen Long's Peak oder Big Horn bis 8500 und 10500 Fuß emporſteigen. [17] An der öſtlichen Grenze zwiſchen dem Middle und North Park verändert die Gebirgskette auf einmal ihre Richtung und wendet ſich von lat. 40° ¼ bis 44° in einer Erſtreckung von ohngefähr 65 geogr. Meilen von Südoſt nach Nordweſt. In dieſem Zwiſchenraume liegen der South Pass (7028 F.) und die berühmten, ſo wunderbar ſpitz gezackten Wind River Mountains, mit Frémont's Peak (lat. 43° 8′), welcher die Höhe von 12730 F. erreicht. Im Parallel von 44°, nahe bei den Three Tetons, wo die nordweſtliche Richtung aufhört, beginnt wieder die Meridian-Richtung der Rocky Mountains. Sie erhält ſich bis gegen Lewis and Clarke's Pass, der in lat. 47° 2′, lg. 114° ½ liegt. Dort hat die Kette des Felsgebirges noch eine anſehnliche Höhe (5608 F.), aber wegen der vielen tiefen Flußbetten gegen Flathead River (Clarke's Fork) hin nimmt ſie bald an regelmäßiger Einfachheit ab. Clarke's Fork und Lewis oder Snake River bilden den großen Columbia-Fluß, der einſt einen wichtigen Weg für den Handel bezeichnen wird. (Explorations for a Railroad from the Mississippi river to the Pacific Ocean, made in 1853—1854 Vol. I. p. 107.)

Wie in Bolivia die östliche, von dem Meere entferntere Andeskette, die des Sorata (19974 F.) und Illimani (19843 F.), keine jetzt noch entzündete Vulkane darbietet; so ist auch gegenwärtig in den westlichsten Theilen der Vereinigten Staaten die vulkanische Thätigkeit auf die Küstenkette von Californien und Oregon beschränkt. Die lange Kette der Rocky Mountains, verschiedentlich 120 und 200 geogr. Meilen vom Littoral der Südsee entfernt, ohne alle Spur noch ausdauernder Entzündung, zeigt dennoch, gleich der östlichen Kette von Bolivia im Thal von Yucay[18], an beiden Abfällen vulkanisches Gestein, ausgebrannte Krater, ja Obsidian einschließende Laven und Schlackenfelder. In der hier nach den vortrefflichen Untersuchungen von Frémont, Emory, Abbot, Wislizenus, Dana und Jules Marcou geographisch beschriebenen Gebirgskette der Rocky Mountains zählt der Letztgenannte, ein ausgezeichneter Geologe, drei Gruppen alt-vulkanischen Gesteins an beiden Abfällen auf. Die früheſten Beweiſe von dem Vulcanismus in dieſer Gegend verdanken wir auch hier dem Beobachtungsgeiſte von Frémont ſeit den Jahren 1842 und 1843 (Report of the Exploring Expedition to the Rocky Mountains in 1842, and to Oregon and North California in 1843—44 p. 164, 184—187 und 193).

Am östlichen Abfall der Rocky Mountains, auf dem ſüdweſtlichen Wege von Bent's Fort am Arkanſas-Fluſſe nach Santa Fé del Nuevo Mexico, liegen zwei ausgebrannte Vulkane, die Raton Mountains[19] mit Fisher's Peak und (zwiſchen Galiſteo und Peña blanca) der Hügel el Cerrito. Die Laven der erſteren überdecken die ganze Gegend zwiſchen dem Oberen Arkanſas und dem Canadian River. Der Peperino und die vulkaniſchen Schlacken, welche man ſchon in den

Prairies zu finden anfängt, je nachdem man ſich, von Oſten kommend, den Rocky Mountains mehr nähert, gehören vielleicht alten Ausbrüchen des Cerrito oder gar der mächtigen Spanish Peaks (37° 32′) an. Dieſes öſtliche vulkaniſche Gebiet der iſolirten Raton Mountains bildet eine Area von 20 geogr. Meilen Durchmeſſer; ſein Centrum liegt ohngefähr in lat. 36° 50′.

Am weſtlichen Abfall nehmen die ſprechendſten Zeugen alter vulkaniſcher Thätigkeit einen weit größeren Raum ein, welchen die wichtige Expedition des Lieut. Whipple in ſeiner ganzen Breite von Oſten nach Weſten durchzogen hat. Dieſes vielgeſtaltete Gebiet, doch nördlich von der Sierra de Mogoyon volle 30 geogr. Meilen lang unterbrochen, iſt enthalten (immer nach Marcou's geologiſcher Karte) zwiſchen lat. 33° 48′ und 35° 40′; es ſind alſo ſüdlichere Ausbrüche als die der Raton Mountains. Ihr Mittel fällt faſt in den Parallel von Albuquerque. Das hier bezeichnete Areal zerfällt in zwei Abtheilungen: die dem Kamm der Rocky Mountains nähere des Mount Taylor, welche bei der Sierra de Zuñi [20] endet; und die weſtlichere Abtheilung, Sierra de San Francisco genannt. Der 11500 Fuß hohe Kegelberg Mount Taylor iſt ſtrahlförmig umgeben von Lavaſtrömen, die, als Malpais noch jetzt von aller Vegetation entblößt, mit Schlacken und Bimsſtein bedeckt, ſich mehrere Meilen weit hinſchlängeln: ganz wie in der Umgebung des Hekla. — Ohngefähr 18 geogr. Meilen in Weſten von dem jetzigen Pueblo de Zuñi erhebt ſich das hohe vulkaniſche Gebirge von San Francisco ſelbſt. Es zieht ſich, mit einem Gipfel, den man auf mehr als 15000 Fuß Höhe geſchätzt hat, ſüdlich vom Rio Colorado chiquito hin: wo weiter nach Weſten Bill William Mountain, der Aztec Pass (5892 F.) und Aquarius Mountains (8000 F.) folgen. Das vulkaniſche Geſtein endet nicht beim Zuſammenfluß des

Bill William Fork mit dem großen Colorado, nahe bei dem Dorfe der Mohave-Indianer (lat. 34° $\frac{1}{4}$, lg. 116° 20′); denn noch jenseits des Rio Colorado bei dem Soda-See sind mehrere ausgebrannte, noch offene Eruptiv-Krater zu erkennen. [21] So sehen wir also hier in dem jetzigen Neu-Merico in der vulkanischen Gruppe von der Sierra de San Francisco bis etwas westlich vom Rio Colorado grande oder del occidente (in den der Gila fällt), in einer Strecke von 45 geogr. Meilen, das alt-vulkanische Gebiet der Auvergne und des Vivarais sich wiederholen, und der geologischen Forschung ein neues und weites Feld eröffnen.

Ebenfalls am westlichen Abfall, aber 135 geogr. Meilen nördlicher, liegt die dritte alt-vulkanische Gruppe der Rocky Mountains, die des Frémont's Peak's und der gedoppelten Dreiberge: welche in Kegelgestalt und Sinn der Benennung Trois Tetons und Three Buttes [22] sich sehr ähnlich sind. Die ersteren liegen westlicher als die letzteren, daher der Gebirgskette ferner. Sie zeigen weit verbreitete, vielfach zerrissene, schwarze Lava-Bänke mit verschlackter Oberfläche. [23]

Der Kette der Rocky Mountains parallel und in dem nördlichen Theile seit lat. 46° 12′ noch jetzt der Sitz vulkanischer Thätigkeit, laufen theils einfach, theils gedoppelt mehrere Küstenketten hin: zuerst von San Diego bis Monterey (32° $\frac{1}{4}$ bis 36° $\frac{3}{4}$) die speciell so genannte Coast Range, eine Fortsetzung des Landrückens der Halbinsel Alt- oder Unter-Californien; dann, meist 20 geogr. Meilen von dem Littoral der Südsee entfernt, die Sierra Nevada (de Alta California) von 36° bis 40° $\frac{3}{4}$; dann, von den hohen Shasty Mountains im Parallel der Trinidad-Bai (lat. 41° 10′) beginnend, die Cascaden-Bergkette (Cascade Range), welche die höchsten noch entzündeten Gipfel enthält und in 26 Meilen Entfernung

von der Küste von Süden nach Norden bis weit hinaus über den Parallel der Fuca-Straße streicht. Dieser letzteren Kette gleichlaufend (lat. 43° — 46°), aber 70 Meilen vom Littoral entfernt, erheben sich, im Mittel sieben- bis achttausend Fuß hoch, die Blue Mountains.[24] — Im mittleren Theile von Alt-Californien, etwas mehr nach Norden: nahe der östlichen Küste oder dem Meerbusen, in der Gegend der ehemaligen Mission de San Ignacio, etwa in 28° N.B., liegen der erloschene Vulkan oder „die Vulkane" de las Virgenes, die ich auf meiner Karte von Mexico angegeben habe. Dieser Vulkan hatte 1746 seinen letzten Ausbruch; über ihn und die ganze Gegend fehlt es an sicheren Nachrichten. (S. Venegas, Noticia de la California 1757 T. I. p. 27 und Duflot de Mofras, exploration de l'Orégon et de la Californie 1844 T. I. p. 218 und 239.)

Schon in der Coast Range nahe bei dem Hafen von San Francisco, an dem vom Dr. Trask untersuchten Monte del Diablo (3446 F.), und in dem goldreichen Längenthale des Rio del Sacramento, in einem eingestürzten Trachyt-Krater, der Sacramento Butt genannt wird und den Dana abgebildet; ist alt-vulkanisches Gestein aufgefunden worden. Weiter nördlich enthalten die Shasty oder Tshashtl Mountains Basalt-Laven; Obsidian, dessen die Eingeborenen sich zu Pfeilspitzen bedienen; und die talkartigen Serpentine, welche an vielen Punkten der Erde als den vulkanischen Formationen nahe verwandt auftreten. Aber der eigentliche Sitz noch jetzt bestehender Entzündung ist das Cascaden-Gebirge, in welchem, mit ewigem Schnee bedeckt, mehrere Pics sich bis 15000 Fuß erheben. Ich lasse diese hier von Süden nach Norden folgen: die gegenwärtig entzündeten, mehr oder weniger

thätigen Vulkane sind, wie bisher geschehen (Kosmos Bd. IV. S. 61 Anm. 71), mit einem Sternchen bezeichnet. Die unbezeichneten hohen Kegelberge sind wahrscheinlich theils ausgebrannte Vulkane, theils ungeöffnete trachytische Glockenberge:

Mount Pitt oder M'Laughlin: lat. 42° 30′, etwas westlich vom See Tlamat; Höhe 8960 F.;

Mt Jefferson oder Vancouver (lat. 44° 35′), ein Kegelberg;

Mt Hood (lat. 45° 10′): mit Gewißheit ein ausgebrannter Vulkan, von zelliger Lava bedeckt; nach Dana mit dem, nördlicher in der Vulkan-Reihe gelegenen Mt Saint Helen's zwischen 14000 und 15000 Fuß hoch, doch etwas niedriger[25] als dieser; Mt Hood ist erstiegen worden im August 1853 von Lake, Travaillot und Heller;

Mt Swalalahos oder Saddle Hill, in Süd-Süd-Ost von Astoria[26], mit einem eingestürzten, ausgebrannten Krater;

Mt Saint Helen's*, nördlich vom Columbia-Strome (lat. 46° 12′): nach Dana nicht unter 14100 Fuß hoch[27]; noch entzündet, immer rauchend aus dem Gipfel-Krater; ein mit ewigem Schnee bedeckter Vulkan von sehr schöner, regelmäßiger conischer Gestalt; am 23 Nov. 1842 war ein großer Ausbruch, der nach Frémont alles weit umher mit Asche und Bimsstein bedeckte;

Mt Adams (lat. 46° 18′): fast ganz in Osten von dem Vulkan St. Helen's; über 28 geogr. Meilen von der Küste entfernt, wenn der eben genannte, noch entzündete Berg nur 19 dieser Meilen absteht;

Mt Reignier*, auch Mt Rainier geschrieben: lat. 46° 48′; ost-süd-östlich vom Fort Nisqually, am Pugets-Sund, der mit der Fuca-Straße zusammenhängt: ein

brennender Vulkan, nach Edwin Johnſon's Wegkarte von 1854 hoch 12330 engliſche oder 11567 Pariſer Fuß; er hatte heftige Eruptionen 1841 und 1843;

Mt Olympus (lat. 47° 50′), nur 6 geogr. Meilen ſüdlich von der, in der Geſchichte der Südſee-Entdeckungen lange ſo berühmten Straße San Juan de Fuca;

Mt Baker*: ein mächtiger, im Gebiet von Waſhington (lat. 48° 48′) aufſteigender, noch jetzt thätiger Vulkan, von großer (ungemeſſener?) Höhe und rein coniſcher Form;

Mt Brown (15000 F.?) und etwas öſtlicher Mt Hooker (15700 F.?) werden als hohe, alt-vulkaniſche Trachytberge in Neu-Caledonien, unter lat. 52° $\frac{1}{4}$ und long. 120 und 122°, von Johnſon angegeben: alſo wegen eines Abſtandes von mehr als 75 geogr. Meilen von der Küſte merkwürdig;

Mt Edgecombe*: auf der kleinen Lazarus-Inſel nahe bei Sitka (lat. 57° 3′), deſſen heftigen feurigen Ausbruch von 1796 ich ſchon an einer früheren Stelle (Kosmos Bd. IV. S. 50 Anm. 63) erwähnt habe. Cap. Liſianſky, welcher ihn in den erſten Jahren des jetzigen Jahrhunderts erſtieg, fand den Vulkan damals unentzündet; die Höhe[28] beträgt nach Ernſt Hofmann 2852 F., nach Liſianſky 2628 F.; nahe dabei ſind heiße Quellen, die aus Granit ausbrechen, wie auf dem Wege von den Valles de Aragua nach Portocabello;

Mt Fairweather, cerro de Buen Tiempo: nach Malaſpina 4489 mètres oder 13802 Fuß hoch[92], in lat. 58° 45′; mit Bimsſtein bedeckt; wahrſcheinlich noch vor kurzem entzündet, wie der Elias-Berg;

Vulkan von Cook's Inlet (lat. 60° 8′): nach Admiral Wrangel 11320 Fuß hoch; von dieſem gelehrten Seefahrer wie von Vancouver für einen thätigen Vulkan gehalten[30];

Elias-Berg: lat. 60° 17′, lg. 138° 30′; nach den Handschriften Malaspina's, die ich in den Archiven in Mexico fand, 5441 mètres oder 16749 Par. Fuß hoch: nach der Karte von Cap. Denham 1853 bis 1856 ist die Höhe nur 14044 Par. Fuß.

Was in der nordwestlichen Durchfahrts-Reise von M'Clure (lat. 69° 57′, long. 129° 20′) östlich vom Ausfluß des Mackenzie-Flusses, die Vulkane der Franklins-Bucht genannt wird, scheint ein Phänomen sogenannter Erdfeuer oder heißer, Schwefeldämpfe ausstoßender Salsen zu sein. Ein Augenzeuge, der Missionar Miertsching, Dolmetscher der Expedition auf dem Schiff Investigation, fand 30 bis 40 Rauchsäulen, welche aus Erdspalten oder kleinen, kegelförmigen Erhebungen von vielfarbigem Letten aufstiegen. Der Schwefelgeruch war so stark, daß man sich den Rauchsäulen kaum auf 12 Schritte nahen konnte. Anstehendes Gestein oder feste Massen waren nicht zu finden. Lichterscheinungen waren Nachts vom Schiffe aus gesehen worden; keine Schlamm-Auswürfe, aber große Hitze des Meeresbodens wurden bemerkt: auch kleine Becken schwefelsauren Wassers. Die Gegend verdient eine genaue Untersuchung, und das Phänomen steht als der vulkanischen Thätigkeit in dem californischen Cascaden-Gebirge des Cerro de Buen Tiempo oder des Elias-Berges ganz fremd da. (M'Clure, Discovery of the N. W. Passage p. 99; Papers relative to the Arctic Expedition 1854 p. 34; Miertsching's Reise-Tagebuch, Gnadau 1855, S. 46.)

Ich habe bisher in ihrem innigen Zusammenhange geschildert die vulkanischen Lebensthätigkeiten unseres Planeten, gleichsam die Steigerung des großen und geheimnißvollen

Phänomens einer Reaction des geſchmolzenen Inneren gegen die mit Pflanzen- und Thier-Organismen bedeckte Oberfläche. Auf die faſt bloß dynamiſchen Wirkungen des Erdbebens (der Erſchütterungswellen) habe ich die Thermalquellen und Salſen, d. i. Erſcheinungen folgen laſſen, welche, mit oder ohne Selbſtentzündung, durch die den Quellwaſſern und Gas-Ausſtrömungen mitgetheilte, bleibende Temperatur-Erhöhung wie durch chemiſche Miſchungs-Verſchiedenheit erzeugt werden. Der höchſte und in ſeinen Aeußerungen complicirteſte Grad der Steigerung wird in den Vulkanen dargeboten, da dieſe die großen und ſo verſchiedenartigen Proceſſe kryſtalliniſcher Geſteinbildung auf trockenem Wege hervorrufen, und deshalb nicht bloß auflöſen und zerſtören, ſondern auch ſchaffend auftreten und die Stoffe zu neuen Verbindungen umgeſtalten. Ein beträchtlicher Theil ſehr neuer, wo nicht der neueſten Gebirgsſchichten iſt das Werk vulkaniſcher Thätigkeit: ſei es, wenn noch jetzt an vielen Punkten der Erde aus eigenen, kegel- oder domförmigen Gerüſten geſchmolzene Maſſen ſich ergießen; oder daß in dem Jugendalter unſeres Planeten, ohne Gerüſte, aus einem Netze offener Spalten neben den Sedementſchichten baſaltiſches und trachytiſches Geſtein unmittelbar entquoll.

Die Oertlichkeit der Punkte, in welchen ein Verkehr zwiſchen dem flüſſigen Erd-Inneren und der Atmoſphäre ſich lange offen erhalten hat, habe ich ſorgfältigſt in den vorſtehenden Blättern zu beſtimmen geſtrebt. Es bleibt jetzt übrig die Zahl dieſer Punkte zu ſummiren, aus der reichen Fülle der in ſehr fernen hiſtoriſchen Zeiten thätigen Vulkane die jetzt noch entzündeten auszuſcheiden, und ſie nach ihrer Vertheilung in continentale und Inſel-Vulkane zu

betrachten. Wenn alle, die ich in der Summirung als untere Grenzzahl (nombre limite, limite inférieure) glaube annehmen zu dürfen, gleichzeitig in Thätigkeit wären: so würde ihr Einfluß auf die Beschaffenheit des Luftkreises und seine klimatischen, besonders electrischen Verhältnisse gewiß überaus bemerkbar sein; aber die Ungleichzeitigkeit der Eruptionen vermindert den Effect und setzt demselben sehr enge und meist nur locale Schranken. Es entstehen bei großen Eruptionen um den Krater, als Folge der Verdampfung, vulkanische Gewitter, welche, von Blitz und heftigen Regengüssen begleitet, oft verheerend wirken; aber ein solches atmosphärisches Phänomen hat keine allgemeine Folgen. Denn daß die denkwürdige Verfinsterung (der sogenannte Höherauch), welcher viele Monate lang vom Mai bis August des Jahres 1783 einen bedeutenden Theil von Europa und Asien, wie Nord-Afrika in Erstaunen setzte (wogegen auf hohen schweizer Gebirgen der Himmel rein und ungetrübt gesehen wurde), von großer Thätigkeit des isländischen Vulcanismus und der Erdbeben von Calabrien verursacht worden sei: wie man bisweilen noch jetzt behauptet; ist mir wegen der Größe der Erscheinung sehr unwahrscheinlich: wenn gleich ein gewisser Einfluß der Erdbeben, wo sie viel Raum umfassen, auf den ungewöhnlichen Eintritt der Regenzeit, wie im Hochlande von Quito und Riobamba (Februar 1797) oder im südöstlichen Europa und Kleinasien (Herbst 1856), eher anzunehmen sein möchte als der isolirte Einfluß einer vulkanischen Eruption.

In der hier folgenden Tabelle zeigt die erste Ziffer die Anzahl der in den vorigen Blättern aufgeführten Vulkane an; die zweite, in Parenthesen eingeschlossene Zahl deutet auf den Theil derselben, welcher noch seit der neueren Zeit Beweise der Entzündung gegeben hat.

Zahl der Vulkane auf dem Erdkörper

I	Europa (Kosmos Bd. IV.	S. 371—373) . . .	7 (4)
II	Inſeln des atlantiſchen Meeres	S. 373—376) . . .	14 (8)
III	Afrika	S. 377—378) . . .	3 (1)
IV	Aſien, das continentale:	. . . . .	25 (15)
	a) weſtlicher Theil und das Innere	S. 379—386) . . .	11 (6)
	b) Halbinſel Kamtſchatka	S. 386—392) . . .	14 (9)
V	oſt-aſiatiſche Inſeln .	S. 392—404) . . .	69 (54)
VI	ſüd-aſiatiſche Inſeln .	S. 323—332, 404—409)	120 (56)
VII	indiſcher Ocean . . .	S. 409—414, Anm. 79 S. 585—587)	9 (5)
VIII	Südſee	S. 414—427, Anm. 83—85 S. 588—589)	40 (26)
IX	Amerika, das continentale:	. . . . .	115 (53)
	a) Südamerika: . . .	. . . . .	56 (26)
	α) Chili	S. 317, Anm. 75 S. 550—553)	24 (13)
	β) Peru und Bolivia	S. 317—320, Anm. 74 S. 548—550)	14 (3)
	γ) Quito und Neu-Granada . . .	S. 317, Anm. 73 S. 548)	18 (10)
	b) Central-Amerika .	S. 297, 306—311, 317, 352; Anm. 66—68, S. 537—545)	29 (18)
	c) Mexico, ſüdlich vom rio Gila	S. 311—313, 317, 334—352 und Anm. 6—13 S. 562—567; S. 427—434, Anm. 7—14 S. 591—595)	6 (4)
	d) Nordweſt-Amerika, nördlich vom Gila . .	S. 435—443) . . .	24 (5)
	Antillen [31]	S. 599—604) . . .	5 (3)
		in Summa	407 (225)

Das Reſultat dieſer mühevollen Arbeit, welche mich lange beſchäftigt hat, da ich überall zu den Quellen (den geognoſtiſchen und geographiſchen Reiſeberichten) aufgeſtiegen bin, iſt geweſen: daß von 407 aufgeführten Vulkanen noch in der neueren Zeit ſich 225 als entzündet gezeigt haben. Die früheren Angaben der Zählung[32] thätiger Vulkane ſind bald um 30, bald um 50 geringer ausgefallen: ſchon darum, weil ſie nach anderen Grundſätzen angefertigt wurden. Ich habe mich für dieſe Abtheilung auf diejenigen Vulkane beſchränkt, welche noch Dämpfe ausſtoßen oder hiſtoriſch gewiſſe Eruptionen gehabt haben im 19ten oder in der letzten Hälfte des 18ten Jahrhunderts. Es giebt allerdings Unterbrechungen von Ausbrüchen, die über vier Jahrhunderte und mehr hinausgehen; aber ſolche Erſcheinungen gehören zu den ſeltenſten. Man kennt die langſame Folge der großen Ausbrüche des Veſuvs in den Jahren 79, 203, 512, 652, 983, 1138 und 1500. Vor der großen Eruption des Epomeo auf Iſchia vom Jahr 1302 kennt man allein die aus den Jahren 36 und 45 vor unſerer Zeitrechnung: alſo 55 Jahre vor dem Ausbruch des Veſuvs.

Strabo, der, 90 Jahr alt, unter Tiberius (99 Jahre nach der Beſetzung des Veſuvs durch Spartacus) ſtarb und auf den keine hiſtoriſche Kenntniß eines älteren Ausbruchs gekommen war, erklärt doch den Veſuv für einen alten, längſt ausgebrannten Vulkan. „Ueber den Orten" (Herculanum und Pompeji), ſagt er, „liegt der Berg Veſuios, von den ſchönſten Feldgütern umwohnt, außer dem Gipfel. Dieſer iſt zwar großentheils eben, aber unfruchtbar insgeſammt, der Anſicht nach aſchenartig. Er zeigt ſpaltige Höhlen von rußfarbigem Geſtein, wie wenn es vom Feuer zerfreſſen wäre: ſo daß man vermuthen darf, dieſe Stelle habe ehemals

gebrannt und Schlundbecher des Feuers gehabt; ſei aber erloſchen, als der Brennſtoff verzehrt war." (Strabo lib. V pag. 247 Caſaub.) Dieſe Beſchreibung der primitiven Geſtaltung des Veſuvs deutet weder auf einen Aſchenkegel noch auf eine kraterähnliche Vertiefung[33] des alten Gipfels, welche, umwallt, dem Spartacus[34] und ſeinen Gladiatoren zur Schutzwehr dienen konnte.

Auch Diodor von Sicilien (lib. IV cap. 21,5), der unter Cäſar und Auguſtus lebte, bezeichnet bei den Zügen des Hercules und deſſen Kampfe mit den Giganten in den phlegräiſchen Feldern „den jetzt ſo genannten Veſuvius als einen λόφος, welcher, dem Aetna in Sicilien vergleichbar, einſt viel Feuer ausſtieß und (noch) Spuren der alten Entzündung aufweiſt." Er nennt den ganzen Raum zwiſchen Cumä und Neapolis die phlegräiſchen Felder, wie Polybius (lib. II cap. 17) den noch größeren Raum zwiſchen Capua und Nola: während Strabo (lib. V pag. 246) die Gegend bei Puteoli (Dicäarchia), wo die große Solfatare liegt, mit ſo vieler localer Wahrheit beſchreibt und Ἡφαίστου ἀγορά nennt. In ſpäterer Zeit iſt gemeinhin auf dieſe Gegend der Name τὰ φλεγραῖα πεδία beſchränkt, wie noch jetzt die Geognoſten die mineralogiſche Zuſammenſetzung der Laven der phlegräiſchen Felder der aus der Umgegend des Veſuvs entgegenſtellen. Dieſelbe Meinung, daß es in alten Zeiten unter dem Veſuv gebrannt und daß dieſer Berg alte Ausbrüche gehabt habe, finden wir in dem Lehrbuch der Architectur des Vitruvius (lib. II cap. 6) auf das beſtimmteſte ausgedrückt in einer Stelle, die bisher nicht genug beachtet worden iſt: Non minus etiam memoratur, antiquitus crevisse ardores et abundavisse sub Vesuvio monte, et inde evomuisse circa

agros flammam. Ideoque nunc qui spongia sive *pumex Pompejanus* vocatur, excoctus ex alio genere lapidis, in hanc redactus esse videtur generis qualitatem. Id autem genus spongiae, quod inde eximitur, non in omnibus locis nascitur, nisi circum Aetnam et collibus Mysiae, qui a Graecis *κατακεκαυμένοι* nominantur. Da nach den Forſchungen von Böckh und Hirt kein Zweifel mehr darüber herrſchen kann, daß Vitruv unter Auguſt gelebt hat[35], alſo ein volles Jahrhundert vor der Eruption des Veſuvs, bei welcher der ältere Plinius den Tod fand; ſo bietet die angeführte Stelle und der Ausdruck pumex Pompejanus (die Verbindung von Bimsſtein und Pompeji) noch ein beſondres geognoſtiſches Intereſſe in Hinſicht auf die Streitfrage dar: ob nach der ſcharfſinnigen Vermuthung Leopolds von Buch[36] Pompeji nur bedeckt worden ſei durch die bei der erſten Bildung der Somma gehobenen, bimsſteinhaltigen Tuffſchichten, welche, von ſubmariner Bildung, die ganze Fläche zwiſchen dem apenniniſchen Gebirge und der weſtlichen Küſte von Capua bis Sorrent, von Nola bis über Neapel hinaus, in föhligen Schichten bedecken; oder ob der Veſuv, ganz gegen ſeine jetzige Gewohnheit, aus ſeinem Inneren den Bimsſtein ſelbſt ausgeſtoßen habe?

Carmine Lippi[37] ſowohl, der (1816) die Tuff-Bedeckung von Pompeji einer Waſſerbedeckung zuſchreibt; als ſein ſcharfſinniger Gegner, Archangelo Scacchi[38], in dem Briefe, welcher an den Cavaliere Franceſco Avellino (1843) gerichtet iſt: haben auf die merkwürdige Erſcheinung aufmerkſam gemacht, daß ein Theil der Bimsſteine von Pompeji und der Somma kleine Kalkſtücke einſchließen, die ihre Kohlenſäure nicht verloren haben: was, wenn dieſelben einem großen Drucke in feuriger Bildung ausgeſetzt

geweſen ſind, nicht viel Wunder erregen kann. Ich habe ſelbſt Gelegenheit gehabt Proben dieſer Bimsſteine in den intereſſanten geognoſtiſchen Sammlungen meines gelehrten Freundes und akademiſchen Collegen, des Dr. Ewald, zu ſehen. Die Gleichheit der mineralogiſchen Beſchaffenheit an zwei entgegengeſetzten Punkten mußte die Frage veranlaſſen: ob, was Pompeji bedeckt, wie Leopold von Buch will, bei dem Ausbruch des Jahrs 79 von den Abhängen der Somma herabgeſtürzt iſt; oder ob der neu geöffnete Krater des Veſuvs, wie Scacchi behauptet, Bimsſtein gleichzeitig nach Pompeji und an die Somma geworfen habe? Was zu den Zeiten des Vitruvius, unter Auguſtus, als pumex Pompejanus bekannt war, leitet auf Vor-Plinianiſche Ausbrüche; und nach den Erfahrungen, welche wir über die Veränderlichkeit der Bildungen in verſchiedenem Alter und bei verſchiedenen Zuſtänden vulkaniſcher Thätigkeit haben, iſt man wohl eben ſo wenig berechtigt abſolut zu läugnen, der Veſuv habe von ſeiner Entſtehung an nie Bimsſtein hervorbringen können; als abſolut anzunehmen, Bimsſtein, d. h. der faſrige oder poröſe Zuſtand eines pyrogenen Minerals, könne ſich nur bilden, wo Obſidian oder Trachyt mit glaſigem Feldſpath (Sanidin) vorhanden ſei.

Wenn auch nach den angeführten Beiſpielen von der Länge der Perioden, in denen die Wiederbelebung eines ſchlummernden Vulkans erfolgen kann, viel Ungewißheit übrig bleibt; ſo iſt es doch von großer Wichtigkeit die geographiſche Vertheilung der entzündeten Vulkane für eine beſtimmte Zeit zu conſtatiren. Von den 225 Schlünden, durch welche in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts das geſchmolzene Innere der Erde mit dem Luftkreiſe in vulkaniſchem Verkehr ſteht, liegen 70, alſo ein Drittel, auf den Continenten; und

155, oder zwei Drittel, auf der Inselwelt. Von den 70 Continental-Vulkanen gehören 53 oder $\frac{3}{4}$ zu Amerika, 15 zu Asien, 1 zu Europa, und 1 oder 2 zu der uns bisher bekannt gewordenen Feste von Afrika. In den süd-asiatischen Inseln (Sunda-Inseln und Molukken) wie in den Aleuten und Kurilen, welche zu den ost-asiatischen Inseln gehören, liegt auf dem engsten Raume die größte Menge der Insel-Vulkane. In den Aleuten sind vielleicht mehr, in neuen historischen Zeiten thätige Vulkane enthalten als in dem ganzen Continent von Südamerika. Auf dem gesammten Erdkörper ist der Streifen, welcher sich zwischen 75° westlicher und 125° östlicher Länge von Paris wie von 47° südlicher bis 66° nördlicher Breite von Südost nach Nordwest in dem mehr westlichen Theile der Südsee hinzieht, der vulkanreichste.

Will man den großen Meeresgolf, welchen wir die Südsee zu nennen pflegen, sich kosmisch von dem Parallel der Berings-Straße und dem von Neu-Seeland, der zugleich auch der Parallel von Süd-Chili und Nord-Patagonien ist, begrenzt vorstellen; so finden wir — und dieses Resultat ist sehr merkwürdig — im Inneren des Beckens und um dasselbe her (in seiner continentalen asiatischen und amerikanischen Begrenzung) von den 225 entzündeten Vulkanen der ganzen Erde 198 oder nahe an $\frac{7}{8}$. Die den Polen nächsten Vulkane sind nach unserer jetzigen geographischen Kenntniß: in der nördlichen Hemisphäre der Vulkan Esk auf der kleinen Insel Jan Mayen, lat. 71° 1′ und long. 9° 51′ westl. von Paris; in der südlichen Hemisphäre der, röthliche, selbst bei Tage sichtbare Flammen ausstoßende Mount Erebus, welchen im Jahr 1841 Sir James Roß[39] auf seiner großen südlichen Entdeckungsreise 11633 Pariser Fuß hoch fand: ohngefähr 225 F. höher als

der Pic von Teneriffa; in lat. 77° 33′ und long. 164° 38′ öſtlich von Paris.

Die große Frequenz der Vulkane auf den Inſeln und in dem Littoral der Continente hat früh die Geognoſten auf die Unterſuchung der Urſachen dieſer Erſcheinung leiten müſſen. Ich habe ſchon an einem anderen Orte (Kosmos Bd. I. S. 454) der verwickelten Theorie des Trogus Pompejus unter Auguſt gedacht, nach welcher das Meerwaſſer das vulkaniſche Feuer anſchürt. Chemiſche und mechaniſche Urſachen von der Wirkſamkeit der Meeresnähe ſind angeführt worden bis zu den neueſten Zeiten. Die alte Hypotheſe von dem Eindringen des Meerwaſſers in den vulkaniſchen Heerd ſchien in der Epoche der Entdeckung der Erdmetalle durch Davy eine feſtere Begründung zu erhalten; aber der große Entdecker gab die Hypotheſe, zu welcher ſelbſt Gay-Luſſac, trotz der Seltenheit oder des gänzlichen Mangels des Hydrogen-Gaſes, ſich hinneigte [40], bald ſelbſt auf. Mechaniſche oder vielmehr dynamiſche Urſachen: ſeien ſie geſucht in der Faltung der oberen Erdrinde und der Erhebung der Continente, oder in der local minderen Dicke des ſtarren Theils der Erdkruſte; möchten meiner Anſicht nach mehr Wahrſcheinlichkeit gewähren. Man kann ſich vorſtellen, daß an den Rändern der aufſteigenden Continente, welche jetzt die über der Meeresfläche ſichtbaren Littorale mit mehr oder minder ſchroffen Abhängen bilden, durch die gleichzeitig veranlaßten Senkungen des nahen Meeresgrundes Spalten verurſacht worden ſind, durch welche die Communication mit dem geſchmolzenen Innern befördert wird. Auf dem Rücken der Erhebungen, fern von jenen Senkungs-Arealen des oceaniſchen Beckens, iſt nicht dieſelbe Veranlaſſung zum Entſtehen ſolcher Zertrümmerung geweſen. Vulkane folgen dem

jetzigen Meeresufer in einfachen, bisweilen doppelten, wohl auch dreifachen, parallelen Reihen. Kurze Queerjöcher verbinden sie, auf Queerspalten gehoben und Bergknoten bildend. Häufig (keineswegs immer) ist die dem Ufer nähere Reihe die thätigste: während die fernere, mehr innere, erloschen oder dem Erlöschen nahe erscheint. Bisweilen wähnt man nach bestimmter Richtung in einer und derselben Reihe von Vulkanen eine Zu- oder Abnahme der Eruptions-Häufigkeit zu erkennen, aber die Phänomene der nach langen Perioden wieder erwachenden Thätigkeit machen dies Erkennen sehr unsicher.

Da aus Mangel oder Unbeachtung sicherer Ortsbestimmungen sowohl der Vulkane als der ihnen nächsten Küstenpunkte viele ungenaue Angaben der Meeresferne vulkanischer Thätigkeit verbreitet sind, so gebe ich hier folgende Zahlen von geographischen Meilen (jeder zu 3807 Toisen, also $15 = 1^0$) an: In den Cordilleren von Quito liegt der ununterbrochen speiende Sangay am östlichsten; seine Meeresnähe ist aber doch noch 28 M. Sehr gebildete Mönche aus den Missionen der Indios Andaquies am Alto Putumayo haben mir versichert, daß sie am Oberen Rio de la Fragua, einem Zufluß des Caqueta, östlich von der Ceja, einen nicht sehr hohen Kegelberg haben rauchen sehen;[41] der Küsten-Abstand würde 40 Meilen betragen. Der mexicanische, im Sept. 1759 aufgestiegene Vulkan von Jorullo hat 21 M nächsten Küsten-Abstandes (Kosmos Bd. IV. S. 339—346), der Vulkan Popocatepetl 33 M; ein ausgebrannter Vulkan in der östlichen Cordillere von Bolivia, bei S. Pedro de Cacha, im Thal von Yucay (Kosmos Bd. IV. S. 321), über 45 M; die Vulkane des Siebengebirges bei Bonn und der Eifel (Kosmos Bd. IV. S. 275—282) 33 bis 38 M; die der Auvergne,

des Velay und Vivarais[42] nach Abtheilung in 3 abgesonderte Gruppen (Gruppe des Puy de Dôme bei Clermont mit den Monts-Dore, Gruppe des Cantal, Gruppe von le Puy und Mezenc) 37, 29 und 21 Meilen. Die ausgebrannten Vulkane von Olot, südlich von den Pyrenäen, westlich von Gerona, mit ihren deutlichen, bisweilen getheilten Lavaströmen, liegen nur 7 M von den catalonischen Küsten des Mittelmeers entfernt: dagegen die unbezweifelten und allem Anscheine nach sehr frisch ausgebrannten Vulkane in der langen Kette der Rocky Mountains im nordwestlichen Amerika 150 bis 170 M Entfernung von dem Littoral der Südsee zählen.

Ein sehr abnormes Phänomen in der geographischen Vertheilung der Vulkane ist die Existenz in historischer Zeit thätiger, vielleicht noch theilweise brennender Vulkane in der Gebirgskette des Thian-schan (des Himmelsgebirges), zwischen den zwei Parallelketten des Altai und des Kuen-lün: deren Existenz Abel-Rémusat und Klaproth zuerst bekannt gemacht und welche ich in meinem Werke über Inner-Asien, auf die scharfsinnigen und mühevollen sinologischen Forschungen von Stanislas Jülien gestützt, vollständiger habe behandeln können.[43] Der Abstand des Vulkans Pe-schan (Montblanc) mit seinen Lavaströmen und des noch brennenden Feuerberges (Hotscheu) von Turfan ist vom Littoral des Eismeeres und des indischen Meeres, fast gleich groß, etwa 370 und 380 Meilen. Dagegen ist die Entfernung, in welcher der Pe-schan, dessen Lava-Ausbrüche vom Jahr 89 unserer Zeitrechnung bis zum Anfang des 7ten Jahrhunderts in chinesischen Werken einzeln aufgezeichnet sind, sich von dem großen Alpensee Issikul am Abfall des Temurtutagh (eines westlichen Theils des Thianschan) befindet, nur 43 Meilen; von dem nördlicher gelegenen,

37 Meilen langen See Balkasch beträgt sie 52 Meilen.[44] Der große Dsaisang-See, in dessen Nähe ich selbst, in der chinesischen Dsungarei, mich 1829 befand, ist 90 Meilen von den Vulkanen des Thian-schan entfernt. Binnenwasser fehlen also nicht: aber freilich doch nicht in solcher Nähe, als dem jetzt noch thätigen Vulkane, dem Demavend im persischen Mazenderan, das caspische Meer ist.

Wenn aber Wasserbecken, oceanische oder Binnenwasser, auch gar nicht zur Unterhaltung der vulkanischen Thätigkeit erforderlich sind; wenn Inseln und Küsten, wie ich zu glauben geneigt bin, nur reicher an Vulkanen sind, weil das Emporsteigen der letzteren, durch innere elastische Kräfte bewirkt, von einer nahen Depression im Meeresbecken[45] begleitet ist, so daß ein Erhebungs-Gebiet an ein Senkungs-Gebiet grenzt und an dieser Grenze mächtige, tief eindringende Spaltungen und Klüfte veranlaßt werden: so darf man vermuthen, daß in der inner-asiatischen Zone zwischen den Parallelen von 41° und 48° die große aralo-caspische Depressions-Mulde, wie die bedeutende Zahl gereihter und ungereihter Seen zwischen dem Thian-schan und dem Altai-Kurtschum zu Küsten-Phänomenen hat Anlaß geben können. Man weiß aus Tradition, daß viele perlartig an einander gereihte kleine Becken (lacs à chapelet) einstmals ein einziges großes Becken bildeten. Größere Seen sieht man noch durch Mißverhältniß zwischen dem Niederschlag und der Verdunstung sich theilen. Ein der Kirghisen-Steppe sehr kundiger Beobachter, General Genz in Orenburg, vermuthete, daß eine hydraulische Verbindung zwischen dem Aral-See, dem Aksakal, dem Sary-Kupa und Tschagli vormals existirte. Man erkennt eine große Furche, von Südwest nach Nordost gerichtet, die man verfolgen kann über

Omsk zwischen dem Irtysch und Obi durch die seereiche Barabinskische Steppe gegen die Moor-Ebenen der Samojeden, gegen Beresow und das Littoral des Eismeeres. Mit dieser Furche hängt vielleicht zusammen die alte, weit verbreitete Sage von einem Bitteren Meere (auch getrocknetes Meer, Hanhai, genannt): das sich östlich und südlich von Hami erstreckte und in welchem sich ein Theil des Gobi, dessen salz- und schilfreiche Mitte der Dr. von Bunge durch genaue Barometer-Messung nur 2400 Fuß über der Oberfläche des Oceans erhoben fand, inselförmig emporhob.[46] Seehunde, ganz denen ähnlich, welche in Schaaren das caspische Meer und den Baikal bewohnen, finden sich (und diese geologische Thatsache ist bisher nicht genug beachtet worden) über 100 geogr. Meilen östlich vom Baikal in dem kleinen Süßwasser-See Oron von wenigen Meilen Umfangs. Der See hängt zusammen mit dem Witim, einem Zufluß der Lena, in der keine Seehunde leben.[47] Die jetzige Isolirtheit dieser Thiere, ihre Entfernung von dem Ausfluß der Wolga (volle 900 geogr. Meilen) ist eine merkwürdige, auf einen alten und großen Wasser-Zusammenhang hindeutende, geologische Erscheinung. Sollten die vielfältigen Senkungen, denen in großer Erstreckung dieser mittlere Theil von Asien ausgesetzt gewesen ist, auf die Convexität der Continental-Anschwellung ausnahmsweise ähnliche Verhältnisse, als an den Littoralen, an den Rändern der Erhebungs-Spalte hervorgerufen haben?

Weithin in Osten, in der nordwestlichen Mantschurei, in der Umgegend von Mergen (wahrscheinlich in lat. $48^{0}\frac{1}{2}$ und long. 120^{0} östlich von Paris), hat man aus sicheren, an den Kaiser Kanghi abgestatteten Berichten Kenntniß von einem ausgebrannten Vulkane erhalten. Der, Schlacken und Lava

gebende Ausbruch des Berges Bo-schan oder Ujun-Holdongi (die neun Hügel), etwa 3 bis 4 Meilen in südwestlicher Richtung von Mergen, fand statt im Januar 1721. Die aufgeworfenen Schlackenhügel hatten nach Aussage der vom Kaiser Kanghi zur Erforschung ausgesandten Personen sechs geogr. Meilen im Umfange; es wurde auch gemeldet, daß ein Lavastrom, die Wasser des Flusses Udelin stauend, einen See gebildet habe. Im 7ten Jahrhundert unserer Zeitrechnung soll, nach weniger umständlichen chinesischen Berichten, der Bo-schan einen früheren feurigen Ausbruch gehabt haben. Die Entfernung vom Meere ist ohngefähr 105 geographische Meilen: also mehr denn dreimal größer als die Meeresnähe des Vulkans von Jorullo; ähnlich der des Himalaya[48]. Wir verdanken diese merkwürdigen geognostischen Nachrichten aus der Mantschurei dem Fleiße des Herrn W. P. Waßiljew (geograph. Bote 1855 Heft 5 S. 31) und einem Aufsatze des Herrn Semenow (des gelehrten Uebersetzers von Carl Ritter's großer Erdkunde) im 17ten Bande der Schriften der kaiserlich russischen geographischen Gesellschaft.

Bei den Untersuchungen über die geographische Vertheilung der Vulkane und ihre größere Häufigkeit auf Inseln und Littoralen, d. i. Erhebungs-Rändern der Continente, ist auch die zu vermuthende große Ungleichheit der schon erlangten Dicke der Erdkruste vielfach in Betrachtung gezogen worden. Man ist geneigt anzunehmen, daß die Oberfläche der inneren geschmolzenen Masse des Erdkörpers den Punkten näher liege, wo die Vulkane ausgebrochen sind. Da aber viele mittlere Grade der Zähigkeit in der erstarrenden Masse gedacht werden können, so ist der Begriff einer solchen Oberfläche des Geschmolzenen schwer mit Klarheit zu fassen, wenn als Hauptursach

aller Verwerfungen, Spaltungen, Erhebungen und muldenförmigen Senkungen eine räumliche Capacitäts-Veränderung der äußeren festen, schon erstarrten Schale gedacht werden soll. Wenn es erlaubt wäre nach den in den arteſiſchen Brunnen geſammelten Erfahrungen wie nach den Schmelzgraden des Granits in arithmetiſcher Reihe, alſo bei Annahme gleicher geothermiſcher Tiefen-Stufen, die ſogenannte Dicke der Erdkruſte zu beſtimmen;[49] ſo fände man ſie zu $5\frac{2}{10}$ geogr. Meilen (jeder zu 3807 Toiſen) oder $\frac{1}{329}$ des Polar-Durchmeſſers:[50] aber Einwirkungen des Drucks und der Wärmeleitung verſchiedener Gebirgsarten laſſen vorausſetzen, daß die geothermiſchen Tiefen-Stufen mit zunehmender Tiefe ſelbſt einen größeren Werth haben.

Trotz der ſehr geringen Zahl von Punkten, an denen gegenwärtig das geſchmolzene Innere unſres Planeten mit dem Luftkreiſe in thätiger Verbindung ſteht, iſt doch die Frage nicht ohne Wichtigkeit, in welcher Art und in welchem Maaße die vulkaniſchen Gas-Exhalationen auf die chemiſche Zuſammenſetzung der Atmoſphäre und durch ſie auf das, ſich auf der Oberfläche entwickelnde, organiſche Leben einwirken. Zuerſt muß man in Betrachtung ziehn, daß es weniger die Gipfel-Krater ſelbſt als die kleinen Auswurfs-Kegel und die, große Räume ausfüllenden, ſo viele Vulkane umgebenden Fumarolen ſind, welche Gas-Arten aushauchen; ja daß ganze Landſtrecken auf Island, im Caucaſus, in dem Hochlande von Armenien, auf Java, den Galapagos, Sandwich-Inſeln und Neu-Seeland durch Solfataren, Naphtha-Quellen und Salſen ſich ununterbrochen wirkſam zeigen. Vulkaniſche Gegenden, welche man gegenwärtig unter die ausgebrannten zählt, ſind ebenfalls als Gasquellen zu betrachten; und das ſtille Treiben der unter-

irdiſchen zerſetzenden und bildenden Kräfte in ihnen iſt der Quantität nach wahrſcheinlich productiver als die großen, ſeltneren und geräuſchvollen Ausbrüche der Vulkane, wenn gleich deren Lavafelder noch Jahre lang fortfahren ſichtbar und unſichtbar zu dampfen. Glaubt man die Wirkungen dieſer kleinen chemiſchen Proceſſe darum vernachläſſigen zu dürfen, weil das ungeheure Volum des durch Strömungen ewig bewegten Luftkreiſes um ſo geringe Bruchtheile durch einzeln unwichtig ſcheinende[51] Zugaben in ſeiner primitiven Miſchung wenig verändert werden könne; ſo erinnere man ſich an den mächtigen Einfluß, welchen nach den ſchönen Unterſuchungen von Percival, Sauſſure, Bouſſingault und Liebig drei oder vier Zehntauſend-Theile von Kohlenſäure unſeres Luftkreiſes auf die Exiſtenz des vegetabiliſchen Organismus haben. Nach Bunſen's ſchöner Arbeit über die vulkaniſchen Gas-Arten geben unter den Fumarolen in verſchiedenen Stadien der Thätigkeit und der Localverhältniſſe einige (z. B. am großen Hekla) 0,81 bis 0,83 Stickſtoff und in den Lavaſtrömen des Berges 0,78, bei nur Spuren (0,01 bis 0,02) von Kohlenſäure; andere auf Island bei Kriſuvik geben dagegen 0,86 bis 0,87 Kohlenſäure mit kaum 0,01 Stickſtoffs.[52] Eben ſo bietet die wichtige Arbeit über die Gas-Emanationen im ſüdlichen Italien und auf Sicilien von Charles Sainte-Claire Deville und Bornemann große Anhäufungen von Stickgas (0,98) in den Exhalationen einer Spalte tief im Krater von Vulcano, aber ſchwefelſaure Dämpfe mit einem Gemiſch von 74,7 Stickgas und 18,5 Sauerſtoffs dar: alſo der Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Luft ziemlich nahe. Das Gas, welches bei Catania in dem Brunnen Acqua Santa[53] aufſteigt, iſt dagegen reines Stickgas, wie es zur Zeit meiner amerikaniſchen Reiſe das Gas der Volcancitos de Turbaco war.[54]

Sollte die große Quantität Stickſtoffs, welche durch die vulkaniſche Thätigkeit verbreitet wird, allein die ſein, die den Vulkanen durch Meteorwaſſer zugeführt wird? oder giebt es innere, in der Tiefe liegende Quellen des Stickſtoffs? Es iſt auch zu erinnern, daß die in dem Regenwaſſer enthaltene Luft nicht, wie unſere, 0,79: ſondern, nach meinen eigenen Verſuchen, nur 0,69 Stickſtoffs enthält. Der letztere iſt für die Ammoniakal-Bildung, durch die in der Tropengegend faſt täglichen electriſchen Exploſionen, eine Quelle erhöhter Fruchtbarkeit.[55] Der Einfluß des Stickſtoffes auf die Vegetation iſt gleich dem des Subſtrats der atmoſphäriſchen Kohlenſäure.

Bouſſingault hat in den Analyſen der Gas-Arten der Vulkane, welche dem Aequator nahe liegen (Tolima, Puracé, Paſto, Tuqueres und Cumbal), mit vielem Waſſerdampf, Kohlenſäure und geſchwefeltes Waſſerſtoff-Gas; aber keine Salzſäure, keinen Stickſtoff und kein freies Hydrogen gefunden.[56] Der Einfluß, den das Innere unſres Planeten noch gegenwärtig auf die chemiſche Zuſammenſetzung der Atmoſphäre ausübt, indem er dieſer Stoffe entzieht, um ſie unter anderen Formen wiederzugeben; iſt gewiß nur ein unbedeutender Theil von den chemiſchen Revolutionen, welche der Luftkreis in der Urzeit bei dem Hervorbrechen großer Gebirgsmaſſen auf offenen Spalten muß erlitten haben. Die Vermuthung über den wahrſcheinlich ſehr großen Antheil von Kohlenſäure in der alten Luft-Umhüllung wird verſtärkt durch die Vergleichung der Dicke der Kohlenlager mit der ſo dünnen Schicht von Kohle (ſieben Linien Dicke), welche nach Chevandier's Berechnung in der gemäßigten Zone unſere dichteſten Waldungen dem Boden in 100 Jahren geben würden.[57]

In der Kindheit der Geognoſie, vor Dolomieu's ſcharfſinnigen Vermuthungen, wurde die Quelle vulkaniſcher Thätigkeit nicht unter den älteſten Gebirgs-Formationen, für die man damals allgemein den Granit und Gneiß hielt, geſetzt. Auf einige ſchwache Analogien der Entzündbarkeit fußend, glaubte man lange, daß die Quelle vulkaniſcher Ausbrüche und der Gas-Emanationen, welche dieſelben für viele Jahrhunderte veranlaſſen, in den neueren, über-ſiluriſchen, Brennſtoff enthaltenden Flözſchichten zu ſuchen ſei. Allgemeinere Kenntniß der Erdoberfläche, tiefere und richtiger geleitete geognoſtiſche Forſchungen, und der wohlthätige Einfluß, welchen die großen Fortſchritte der neueren Chemie auf die Geologie ausgeübt; haben gelehrt, daß die drei großen Gruppen vulkaniſchen oder eruptiven Geſteins (Trachyt, Phonolith und Baſalt) unter ſich, wenn man ſie als große Maſſen betrachtet, im Alter verſchieden und meiſt ſehr von einander abgeſondert auftreten; alle drei aber ſpäter als die plutoniſchen Granite, Diorite und Quarzporphyre: als alle ſiluriſche, ſecundäre, tertiäre und quartäre (pleiſtocäne) Bildungen an die Oberfläche getreten ſind; ja oft die lockeren Schichten der Diluvial-Gebilde und Knochen-Breccien durchſetzen. Eine auffallende Mannigfaltigkeit[58] dieſer Durchſetzungen, auf einen kleinen Raum zuſammengedrängt, findet ſich, nach Rozet's wichtiger Bemerkung, in der Auvergne; denn wenn gleich die großen trachytiſchen Gebirgsmaſſen des Cantal, Mont-Dore und Puy de Dôme den Granit ſelbſt durchbrechen, auch theilweiſe (z. B. zwiſchen Vic und Aurillac und am Giou de Mamon) große Fragmente von Gneiß[59] und Kalkſtein einſchließen: ſo ſieht man doch auch Trachyt und Baſalte den Gneiß, das Steinkohlen-Gebirge der Tertiär- und Diluvial-Schichten gangartig durchſchneiden.

Baſalte und Phonolithe, nahe mit einander verwandt, wie das böhmiſche Mittelgebirge und die Auvergne beweiſen, ſind beide neuerer Formation als die Trachyte, welche oft von Baſalten in Gängen durchſetzt werden.[60] Die Phonolithe ſind aber wiederum älter als die Baſalte; ſie bilden wahrſcheinlich nie Gänge in dieſen: da hingegen dikes von Baſalt oft den Porphyrſchiefer (Phonolith) durchſchneiden. In der Andeskette von Quito habe ich die Baſalt-Formation räumlich weit von den herrſchenden Trachyten getrennt gefunden: faſt allein am Rio Pisque und im Thal von Guaillabamba.[61]

Da in der vulkaniſchen Hochebene von Quito alles mit Trachyt, Trachyt-Conglomeraten und Tuffen bedeckt iſt, ſo war es mein eifrigſtes Beſtreben irgend einen Punkt zu entdecken, an dem man deutlich erkennen könne, auf welcher älteren Gebirgsart die mächtigen Kegel- und Glockenberge aufgeſetzt ſind oder, um beſtimmter zu reden, welche ſie durchbrochen haben. Einen ſolchen Punkt bin ich ſo glücklich geweſen aufzufinden, als ich im Monat Juni 1802 von Riobamba nuevo aus (8898 Fuß über dem Spiegel der Südſee) eine Erſteigung des Tunguragua auf der Seite der Cuchilla de Guandisava verſuchte. Ich begab mich von dem anmuthigen Dorfe Penipe über die ſchwankende Seilbrücke (puente de maroma) des Rio Puela nach der iſolirten hacienda de Guansce (7440 Fuß): wo im Südoſt, dem Einfluß des Rio Blanco in den Rio Chambo gegenüber, ſich eine prachtvolle Colonnade von ſchwarzem, pechſteinartigem Trachyt erhebt. Man glaubt von weitem den Baſalt-Steinbruch bei Unkel zu ſehen. Am Chimborazo, etwas über dem Waſſerbecken von Yana-Cocha, ſah ich eine ähnliche, höhere, doch minder regelmäßige Säulengruppe von Trachyt. Die Säulen ſüdöſtlich von Penipe ſind meiſt

fünfseitig, von nur 14 Zoll Durchmessers, oft gekrümmt und divergirend. Am Fuß dieser schwarzen, pechsteinartigen Trachyte von Penipe (unfern der Mündung des Rio Blanco) sieht man in diesem Theil der Cordillere eine sehr unerwartete Erscheinung: grünlich weißen Glimmerschiefer mit eingesprengten Granaten; und weiter hin, jenseits des seichten Flüßchens Bascaguan, bei der Hacienda von Guansce, nahe dem Ufer des Rio Puela, den Glimmerschiefer wahrscheinlich unterteufend: Granit von mittlerem Korn, mit lichtem, röthlichem Feldspath, wenig schwärzlich grünem Glimmer und vielem gräulich weißen Quarz. Hornblende fehlt. Es ist kein Syenit. Die Trachyte des Vulkans von Tungurahua, ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach denen des Chimborazo gleich, d. i. aus einem Gemenge von Oligoklas und Augit bestehend, haben also hier Granit und Glimmerschiefer durchbrochen. Weiter gegen Süden, etwas östlich von dem Wege von Riobamba nuevo nach Guamote und Ticsan, kommen in der vom Meeresufer abgewandten Cordillere die ehemals so genannten uranfänglichen Gebirgsarten: Glimmerschiefer und Gneiß, gegen den Fuß der Colosse des Altar de los Collanes, des Cuvillan und des Paramo del Hatillo überall zu Tage. Vor der Ankunft der Spanier, ja selbst ehe die Herrschaft der Incas sich so weit nach Norden erstreckte, sollen die Eingeborenen hier metallführende Lagerstätten in der Nähe der Vulkane bearbeitet haben. Etwas südlich von San Luis beobachtet man häufig Quarzgänge, die einen grünlichen Thonschiefer durchsetzen. Bei Guamote, an dem Eingange der Grasebene von Tiocara, fanden wir große Massen von Gestellstein, sehr glimmerarme Quarzite von ausgezeichneter linearer Parallel-Structur, regelmäßig mit 70° gegen Norden einschießend. Weiter südlich

bei Ticſan unweit Alauſi bietet der Cerro Cuello de Ticsan große Schwefelmaſſen gebaut in einem Quarzlager, dem nahen Glimmerſchiefer untergeordnet, dar. Eine ſolche Verbreitung des Quarzes in der Nähe von Trachyt-Vulkanen hat auf den erſten Anblick etwas befremdendes. Aber meine Beobachtungen von der Auflagerung oder vielmehr dem Ausbrechen des Trachyts aus Glimmerſchiefer und Granit am Fuß des Tungurahua (ein Phänomen, welches in den Cordilleren ſo ſelten als in der Auvergne häufig iſt) haben 47 Jahre ſpäter die vortrefflichen Arbeiten des franzöſiſchen Geognoſten Herrn Sebaſtian Wiſſe am Sangay beſtätigt.

Dieſer coloſſale Vulkan, 1260 Fuß höher als der Montblanc, ohne alle Lavaſtröme, die auch Charles Deville dem eben ſo thätigen Stromboli abſpricht, aber wenigſtens ſeit dem Jahre 1728 in ununterbrochener Thätigkeit ſchwarzer, oft glühend leuchtender Stein-Auswürfe: bildet eine Trachyt-Inſel von kaum 2 geogr. Meilen Durchmeſſer[62] mitten in Granit- und Gneiß-Schichten. Ganz entgegengeſetzte Lagerungsverhältniſſe zeigt die vulkaniſche Eifel, wie ich ſchon oben bemerkt habe: ſowohl bei der Thätigkeit, welche ſich einſt in den, in devoniſche Schiefer eingeſenkten Maaren (oder Minen-Trichtern); als der, welche ſich in den lavaſtrom-gebenden Gerüſten offenbart: wie am langen Rücken des Moſenberges und Gerolſteins. Die Oberfläche bezeugt hier nicht, was im Inneren verborgen iſt. Die Trachytloſigkeit vor Jahrtauſenden ſo thätiger Vulkane iſt eine noch auffallendere Erſcheinung. Die augithaltigen Schlacken des Moſenberges, welche den baſaltartigen Lavaſtrom theilweiſe begleiten, enthalten kleine gebrannte Schieferſtücke, nicht Fragmente von Trachyt; in der Umgebung fehlen die Trachyte. Dieſe Gebirgsart wird in der Eifel nur ganz iſolirt[63] ſichtbar, fern von

Maaren und lavagebenden Vulkanen: wie im Sellberg bei Quiddelbach und in dem Bergzuge von Reimerath. Die Verschiedenheit der Formationen, welche die Vulkane durchbrechen, um in der oberen Erdrinde mächtig zu wirken, ist geognostisch eben so wichtig als das Stoffhaltige, das sie hervorbringen.

Die Gestaltungs-Verhältnisse der Felsgerüste, durch welche die vulkanische Thätigkeit sich äußert oder zu äußern gestrebt hat, sind endlich in neueren Zeiten in ihrer oft sehr complicirten Verschiedenartigkeit in den fernesten Erdzonen weit genauer erforscht und dargestellt worden als im vorigen Jahrhundert, wo die ganze Morphologie der Vulkane sich auf Kegel- und Glockenberge beschränkte. Man kennt jetzt von vielen Vulkanen den Bau, die Hypsometrie und die Reihung (das, was der scharfsinnige Carl Friedrich Naumann die Geotektonik [64] nennt) auf das befriedigendste oft da, wo man noch in der größten Unwissenheit über die Zusammensetzung ihrer Gebirgsart, über die Association der Mineral-Species geblieben ist, welche ihre Trachyte charakterisiren und von der Grundmasse abgesondert erkennbar werden. Beide Arten der Kenntniß, die morphologische der Felsgerüste und die oryctognostische der Zusammensetzung, sind aber zur vollständigen Beurtheilung der vulkanischen Thätigkeit gleich nothwendig: ja die letztere, auf Krystallisation und chemische Analyse gegründet, wegen des Zusammenhanges mit plutonischen Gebirgsarten (Quarzporphyr, Grünstein, Serpentin) von größerer geognostischer Wichtigkeit. Was wir von dem sogenannten Vulcanismus des Mondes zu wissen glauben, bezieht sich der Natur dieser Kenntniß nach ebenfalls allein auf Gestaltung. [65]

Wenn, wie ich hoffe, das, was ich hier über die Classification der vulkanischen Gebirgsarten oder, um bestimmter zu

reden, über die Eintheilung der Trachyte nach ihrer Zusammensetzung vortrage, ein besonderes Interesse erregt; so gehört das Verdienst dieser Gruppirung ganz meinem vieljährigen Freunde und sibirischen Reisegefährten, Gustav Rose. Eigene Beobachtung in der freien Natur und die glückliche Verbindung chemischer, krystallographisch-mineralogischer und geognostischer Kenntnisse haben ihn besonders geschickt gemacht neue Ansichten zu verbreiten über den Kreis der Mineralien, deren verschiedenartige, aber oft wiederkehrende Association das Product vulkanischer Thätigkeit ist. Er hat, zum Theil auf meine Veranlassung, mit aufopfernder Güte, besonders seit dem Jahre 1834 die Stücke, welche ich von dem Abhange der Vulkane von Neu-Granada, los Pastos, Quito und dem Hochlande von Mexico mitgebracht, wiederholentlich untersucht und mit dem, was aus anderen Weltgegenden die reiche Mineraliensammlung des Berliner Cabinets enthält, verglichen. Leopold von Buch hatte, als meine Sammlungen noch nicht von denen meines Begleiters Aimé Bonpland getrennt waren (in Paris 1810—1811, zwischen seiner Rückkunft aus Norwegen und seiner Reise nach Teneriffa), sie mit anhaltendem Fleiße microscopisch untersucht; auch schon früher während des Aufenthaltes mit Gay-Lussac in Rom (Sommer 1805) wie später in Frankreich von dem Kenntniß genommen, was ich in meinen Reisejournalen an Ort und Stelle über einzelne Vulkane und im allgemeinen sur l'affinité entre les Volcans et certains porphyres dépourvus de quarz im Monat Juli 1802 niedergeschrieben hatte.[66] Ich bewahre als ein mir überwerthes Andenken einige Blätter mit Bemerkungen über die vulkanischen Producte der Hochebenen von Quito und Mexico, welche der große Geognost mir vor jetzt mehr als 46 Jahren zu meiner Belehrung

mittheilte. Da Reisende, wie ich schon an einem anderen Orte[67] umständlicher entwickelt, nur immer die Träger des unvollständigen Wissens ihrer Zeit sind, und ihren Beobachtungen viele der leitenden Ideen, d. h. der Unterscheidungs-Merkmale fehlen, welche die Früchte eines fortschreitenden Wissens sind; so bleibt dem materiell Gesammelten und geographisch Geordneten fast allein ein langdauernder Werth.

Will man, wie mehrfach geschehen, die Benennung Trachyt (wegen der früheſten Anwendung auf das Gestein von Auvergne und des Siebengebirges bei Bonn) auf eine vulkanische Gebirgsart beschränken, welche Feldspath, besonders Werner's glasigen Feldspath, Rose's und Abich's Sanidin enthalte: so wird dadurch die, zu höheren geognostischen Ansichten führende, innige Verkettung des vulkanischen Gesteins unfruchtbar zerrissen. Eine solche Beschränkung konnte den Ausdruck rechtfertigen, „daß in dem labradorreichen Aetna kein Trachyt vorkomme"; ja meine eigenen Sammlungen beweisen sollen, „daß kein einziger der fast zahllosen Vulkane der Andes aus Trachyt bestehe: daß sogar die sie bildende Masse Albit und deshalb, da man damals (1835) allen Oligoklas irrig für Albit hielt, alles vulkanische Gestein mit dem allgemeinen Namen Andesit (bestehend aus Albit mit wenig Hornblende) zu belegen sei".[68] Wie ich selbst nach den Eindrücken, welche ich von meinen Reisen über das, trotz einer mineralogischen Verschiedenheit innerer Zusammensetzung, allen Vulkanen Gemeinsame zurückgebracht: so hat auch Gustav Rose, nach dem, was er in dem schönen Aufsatz über die Feldspath-Gruppe[69] entwickelt hat, in seiner Classification der Trachyte Orthoklas, Sanidin, den Anorthit der Somma, Albit, Labrador und Oligoklas verallgemeinernd als den feldspathartigen Antheil der vulkanischen

Gebirgsarten betrachtet. Kurze Benennungen, welche Definitionen enthalten sollen, führen in der Gebirgslehre wie in der Chemie zu mancherlei Unklarheiten. Ich war selbst eine Zeit lang geneigt mich der Ausdrücke: Orthoklas- oder Labrador- oder Oligoklas-Trachyte zu bedienen, und so den glasigen Feldspath (Sanidin) wegen seiner chemischen Zusammensetzung unter der Gattung Orthoklas (gemeinem Feldspath) zu begreifen. Die Namen waren allerdings wohlklingend und einfach, aber ihre Einfachheit selbst mußte irre führen; denn wenn gleich Labrador-Trachyt zum Aetna und zu Stromboli führt, so würde der Oligoklas-Trachyt in seiner wichtigen zwiefachen Verbindung mit Augit und Hornblende die weit verbreiteten, sehr verschiedenartigen Formationen des Chimborazo und des Vulkans von Toluca fälschlich mit einander verbinden. Es ist die Association eines feldspathartigen Elementes mit einem oder zwei anderen, welche hier, wie bei gewissen Gang-Ausfüllungen (Gang-Formationen), charakterisirend auftritt.

Folgendes ist die Uebersicht der Abtheilungen, welche seit dem Winter 1852 Gustav Rose in den Trachyten nach den darin eingeschlossenen, abgesondert erkennbaren Krystallen unterscheidet. Die Hauptresultate dieser Arbeit, in der keine Verwechslung des Oligoklases mit dem Albit statt findet, wurden 10 Jahre früher erlangt, als mein Freund bei seinen geognostischen Untersuchungen im Riesengebirge fand, daß der Oligoklas dort ein wesentlicher Gemengtheil des Granits sei: und, so auf die Wichtigkeit des Oligoklas als wesentlichen Gemengtheils der Gebirgsarten aufmerksam gemacht, ihn auch in anderen Gebirgsarten aufsuchte.[70] Diese Arbeit führte zu dem wichtigen Resultate (Poggend. Ann. Bd. 66. 1845 S. 109), daß der Albit nie der Gemengtheil einer Gebirgsart sei.

Erſte Abtheilung. „Die Grundmaſſe enthält nur Kryſtalle von glaſigem Feldſpath, welche tafelartig und in der Regel groß ſind. Hornblende und Glimmer treten darin entweder gar nicht oder doch nur äußerſt ſparſam und als ganz unweſentliche Gemengtheile hinzu. Hierher gehört der Trachyt der phlegräiſchen Felder (Monte Olibano bei Pozzuoli), der von Iſchia und von la Tolfa; auch ein Theil des Mont-Dore (grande Cascade). Augit zeigt ſich in kleinen Kryſtallen in Trachyten des Mont-Dore, doch ſehr ſelten [71]; in den phlegräiſchen Feldern neben Hornblende gar nicht; eben ſo wenig als Leucit: von welchem letzteren aber doch Hoffmann über dem Lago Averno (an der Straße nach Cumä) und ich am Abhange des Monte nuovo [72] (im Herbſt 1822) einige Stücke geſammelt haben. Leucitophyr in loſen Stücken iſt häufiger in der Inſel Procida und dem daneben liegenden Scoglio di S. Martino."

Zweite Abtheilung. „Die Grundmaſſe enthält einzelne glaſige Feldſpath-Kryſtalle und eine Menge kleiner, ſchneeweißer Oligoklas-Kryſtalle. Die letzteren ſind oft regelmäßig mit dem glaſigen Feldſpath verwachſen und bilden eine Hülle um den Feldſpath: wie dies bei G. Roſe's Granitit (der Hauptmaſſe des Rieſen- und Iſer-Gebirges; Granite mit rothem Feldſpath, beſonders reich an Oligoklas und an Magneſia-Glimmer, aber ohne allen weißen Kali-Glimmer) ſo häufig iſt. Hornblende und Glimmer, und in einigen Abänderungen Augit treten zuweilen in geringer Menge hinzu. Hierher gehören die Trachyte vom Drachenfels und von der Perlenhardt im Siebengebirge [73] bei Bonn, viele Abänderungen des Mont-Dore und Cantal; auch Trachyte von Kleinaſien (welche wir der Thätigkeit des Reiſenden Peter von

Tſchichatſcheff verdanken), von Afiun Karahiſſar (wegen Mohn-Cultur berühmt) und Mehammed-kjöe in Phrygien, von Kajadſchyk und Donanlar in Myſien: in denen glaſiger Feldſpath mit vielem Oligoklas, etwas Hornblende und braunem Glimmer gemengt ſind."

Dritte Abtheilung. „Die Grundmaſſe dieſer diorit-artigen Trachyte enthält viele kleine Oligoklas-Kryſtalle mit ſchwarzer Hornblende und braunem Magneſia-Glimmer. Hierher gehören die Trachyte von Aegina[74], dem Kozelniker Thal bei Schemnitz[75], von Nagyag in Siebenbürgen, von Montabaur im Herzogthum Naſſau, vom Stenzelberg und von der Wolkenburg im Siebengebirge bei Bonn, vom Puy de Chaumont bei Clermont in Auvergne und von Liorant im Cantal; der Kasbegk im Caucaſus, die mericaniſchen Vulkane von Toluca[76] und Orizaba; der Vulkan von Puracé und, als Trachyte aber ſehr ungewiß, die prächtigen Säulen von Piſoje[77] bei Popayan. Auch die Domite Leopolds von Buch gehören zu dieſer dritten Abtheilung. In der weißen, feinkörnigen Grundmaſſe der Trachyte des Puy de Dôme liegen glaſige Kryſtalle, die man ſtets für Feldſpath gehalten hat, die aber auf der deutlichſten Spaltungsfläche immer geſtreift, und Oligoklas ſind; Hornblende und etwas Glimmer finden ſich daneben. Nach den vulkaniſchen Geſteinen, welche die königliche Sammlung Herrn Möllhauſen, dem Zeichner und Topographen der Exploring Expedition des Lieut. Whipple, verdankt, gehören auch zu der dritten Abtheilung, zu den dioritartigen Toluca-Trachyten, die des Mount Taylor zwiſchen Santa Fé del Nuevo Mexico und Albuquerque, wie die von Cieneguilla am weſtlichen Abfall der Rocky Mountains: wo nach den ſchönen Beobachtungen von Jules Marcou ſchwarze

Lavaſtröme ſich über die Jura-Formation ergießen.“ Dieſelben Gemenge von Oligoklas und Hornblende, die ich im aztekiſchen Hochlande, im eigentlichen Anahuac, aber nicht in den Cordilleren von Südamerika geſehen, finden ſich auch weit weſtlich von den Rocky Mountains und von Zuñi: beim Mohave river, einem Zufluß des rio Colorado. (S. Marcou, Résumé of a geological reconnaissance from the Arkansas to California, July 1854, p. 46—48; wie auch in zwei wichtigen franzöſiſchen Abhandlungen: Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis 1855 p. 113—116 und Esquisse d'une Classification des Chaînes de montagnes de l'Amérique du Nord 1855: Sierra de S. Francisco et Mount-Taylor p. 23.) Unter den Trachyten von Java, welche ich der Freundſchaft des Dr. Junghuhn verdanke, haben wir ebenfalls die der dritten Abtheilung erkannt, in drei vulkaniſchen Gegenden: denen von Burung-agung, Tjinas und Gunung Parang (Diſtrict Batugangi).

Vierte Abtheilung: „Die Grundmaſſe enthält Augit mit Oligoklas: der Pic von Teneriffa[78]; die mericaniſchen Vulkane Popocatepetl[79] und Colima; die ſüdamerikaniſchen Vulkane Tolima (mit dem Paramo de Ruiz), Puracé bei Popayan, Paſto und Cumbal (nach von Bouſſingault geſammelten Fragmenten), Rucu-Pichincha, Antiſana, Cotopari, Chimborazo[80], Tunguragua; und Trachytfelſen, welche von den Ruinen von Alt-Riobamba bedeckt ſind. In dem Tunguragua kommen neben den Augiten auch vereinzelt ſchwärzlich grüne Uralit-Kryſtalle von $\frac{1}{2}$ bis 5 Linien Länge vor, mit vollkommener Augit-Form und Spaltungsflächen der Hornblende (ſ. Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. II.

S. 353).“ Ich habe von dem Abhange des Tunguragua in der Höhe von 12480 Fuß ein ſolches Stück mit deutlichen Uralit-Kryſtallen mitgebracht. Nach Guſtav Roſe's Meinung iſt es auffallend verſchieden von den ſieben Trachyt-Fragmenten deſſelben Vulkans, die in meiner Sammlung liegen; und erinnert an die Formation des grünen Schiefers (ſchiefriger Augit-Porphyre), welche wir ſo verbreitet am aſiatiſchen Abfall des Urals gefunden haben (a. a. O. S. 544).

Fünfte Abtheilung. „Ein Gemenge von Labrador[81] und Augit[82], ein dolerit-artiger Trachyt: Aetna, Stromboli; und, nach den vortrefflichen Arbeiten über die Trachyte der Antillen von Charles Sainte-Claire Deville: die Soufrière de la Guadeloupe, wie auf Bourbon die 3 großen Cirques, welche den Pic de Salazu umgeben.“

Sechſte Abtheilung. „Eine oft graue Grundmaſſe, in der Kryſtalle von Leucit und Augit mit ſehr wenig Olivin liegen: Veſuv und Somma; auch die ausgebrannten Vulkane Vultur, Rocca Monfina, das Albaner Gebirge und Borghetto. In der älteren Maſſe (z. B. in dem Gemäuer und den Pflaſterſteinen von Pompeji) ſind die Leucit-Kryſtalle von beträchtlicher Größe und häufiger als der Augit. Dagegen ſind in den jetzigen Laven die Augite vorherrſchend und im ganzen Leucite ſehr ſelten. Der Lavaſtrom vom 22 April 1845 hat ſie jedoch in Menge dargeboten.[83] Fragmente von Trachyten der erſten Abtheilung, glaſigen Feldſpath enthaltend, (Leopolds von Buch eigentliche Trachyte) finden ſich eingebacken in den Tuffen des Monte Somma; auch einzeln unter der Bimsſtein-Schicht, welche Pompeji bedeckt. Die Leucitophyr-Trachyte der ſechſten Abtheilung ſind ſorgfältig von den Trachyten der erſten Abtheilung zu trennen,

obgleich auch in dem westlichsten Theile der phlegräischen Felder und auf der Insel Procida Leucite vorkommen: wie schon früher erwähnt worden ist."

Der scharfsinnige Urheber der hier eingeschalteten Classification der Vulkane nach Association der einfachen Mineralien, welche sie uns zeigen, vermeint keineswegs die Gruppirung dessen erschöpft zu haben, was die in wissenschaftlich geologischem und chemischem Sinne im ganzen noch so überaus unvollkommen durchforschte Erdfläche darbieten kann. Veränderungen in der Benennung der associirten Mineralien, wie Vermehrung der Trachyt-Formationen selbst sind zu erwarten auf zwei Wegen: durch fortschreitende Ausbildung der Mineralogie selbst (in genauerer specifischer Unterscheidung gleichzeitig nach Form und chemischer Zusammensetzung), wie durch Vermehrung des meist noch so unvollständig und so unzweckmäßig Gesammelten. Hier wie überall, wo das Gesetzliche in kosmischen Betrachtungen nur durch vielumfassenden Vergleich des Einzelnen erkannt werden kann, muß man von dem Grundsatz ausgehen: daß alles, was wir nach dem jetzigen Zustande der Wissenschaften zu wissen glauben, ein ärmlicher Theil von dem ist, was das nächstfolgende Jahrhundert bringen wird. Die Mittel diesen Gewinn früh zu erlangen liegen vervielfältigt da; es fehlt aber noch sehr in der bisherigen Erforschung des trachytischen Theils der gehobenen, gesenkten oder durch Spaltung geöffneten, überseeischen Erdfläche an der Anwendung gründlich erschöpfender Methoden.

Aehnlich in Form, in Construction der Gerüste und geotektonischen Verhältnissen: haben oft sehr nahe stehende Vulkane nach der Zusammensetzung und Association ihrer Mineralien-Aggregate einen sehr verschiedenen individuellen Charakter.

Auf der großen Queerſpalte, welche von Meer zu Meer faſt ganz von Weſt nach Oſt eine von Südoſt nach Nordweſt gerichtete Gebirgskette, oder beſſer geſagt ununterbrochene Gebirgs-Anſchwellung durchſchneidet, folgen ſich die Vulkane alſo: Colima (11262 Par. Fuß), Jorullo (4002 Fuß), Toluca (14232 Fuß), Popocatepetl (16632 Fuß) und Orizaba (16776 Fuß). Die einander am nächſten ſtehenden ſind ungleich in der charakteriſirenden Zuſammenſetzung; Gleichartigkeit der Trachyte zeigt ſich alternirend. Colima und Popocatepetl beſtehen aus Oligoklas mit Augit und haben alſo Chimborazo- oder Teneriffa-Trachyt; Toluca und Orizaba beſtehen aus Oligoklas mit Hornblende und haben alſo Aegina- und Kozelnik-Geſtein. Der neu entſtandene Vulkan von Jorullo, faſt nur ein großer Ausbruch-Hügel, beſteht beinahe allein aus baſalt- und pechſteinartigen, meiſt ſchlackigen Laven, und ſcheint dem Toluca-Trachyt näher als dem Trachyt des Colima.

In dieſen Betrachtungen über die individuelle Verſchiedenheit der mineralogiſchen Conſtitution nahe gelegener Vulkane liegt zugleich der Tadel des unheilbringenden Verſuchs ausgeſprochen einen Namen für eine Trachyt-Art einzuführen, welcher von einer über 1800 geographiſche Meilen langen, großentheils vulkaniſchen Gebirgskette hergenommen iſt. Der Name Jura-Kalkſtein, den ich zuerſt eingeführt habe[84], iſt ohne Nachtheil, da er von einer einfachen, ungemengten Gebirgsart entlehnt iſt: von einer Gebirgskette, deren Alter durch Auflagerung organiſcher Einſchlüſſe charakteriſirt iſt; es würde auch unſchädlich ſein Trachyt-Formationen nach einzelnen Bergen zu benennen: ſich der Ausdrücke Teneriffa- oder Aetna-Trachyte für beſtimmte Oligoklas- oder Labrador-Formationen zu bedienen. So lange man geneigt war unter den

ſehr verſchiedenen Feldſpath-Arten, welche den Trachyten der Andeskette eigen ſind, überall Albit zu erkennen; wurde jedes Geſtein, in dem man Albit vermuthete, Andeſit genannt. Ich finde den Namen der Gebirgsart, mit der feſten Beſtimmung: „Andeſit werde durch vorwaltenden Albit und wenig Hornblende gebildet", zuerſt in der wichtigen Abhandlung meines Freundes Leopold von Buch vom Anfang des Jahres 1835 über Erhebungscratere und Vulcane.[85] Dieſe Neigung überall Albit zu ſehen hat ſich fünf bis ſechs Jahre erhalten, bis man bei unpartheiiſch erneuerten und gründlicheren Unterſuchungen die trachytiſchen Albite als Oligoklaſe erkannte.[86] Guſtav Roſe iſt zu dem Reſultate gelangt überhaupt zu bezweifeln, daß Albit in den Gebirgsarten als ein wirklicher, weſentlicher Gemengtheil vorkomme; danach würde zufolge der älteren Anſicht vom Andeſit dieſer in der Andeskette ſelbſt fehlen.

Die mineralogiſche Beſchaffenheit der Trachyte wird auf unvollkommnere Weiſe erkannt, wenn die porphyrartig eingewachſenen Kryſtalle aus der Grundmaſſe nicht abgeſondert, nicht einzeln unterſucht und gemeſſen werden können: und man zu den numeriſchen Verhältniſſen der Erdarten, Alkalien und Metall-Oxyde, welche das Reſultat der Analyſe ergiebt, wie zu dem ſpecifiſchen Gewichte der zu analyſirenden, ſcheinbar amorphen Maſſe ſeine Zuflucht nehmen muß. Auf eine überzeugendere und mehr ſichere Weiſe ergiebt ſich das Reſultat, wenn die Grundmaſſe ſowohl als die Haupt-Elemente des Gemenges einzeln, oryctognoſtiſch und chemiſch, unterſucht werden können. Letzteres iſt z. B. der Fall bei den Trachyten des Pics von Teneriffa und denen des Aetna. Die Vorausſetzung, daß die Grundmaſſe aus denſelben kleinen, ununterſcheidbaren Beſtand-

theilen beſtehe, welche wir in den großen Kryſtallen erkennen, ſcheint keineswegeſ feſt begründet zu ſein, weil, wie wir ſchon oben geſehen, in Charles Deville's ſcharfſinniger Arbeit die amorph ſcheinende Grundmaſſe meiſt mehr Kieſelſäure darbietet, als man nach der Gattung des Feldſpaths und der anderen ſichtbaren Gemengtheile erwarten ſollte. Bei den Leucitophyren zeigt ſich, wie Guſtav Roſe bemerkt, ſelbſt in dem ſpecifiſchen Unterſchiede der vorwaltenden Alkalien (der eingewobenen kalihaltigen Leucite) und der, faſt nur natronhaltigen Grundmaſſe ein auffallender Contraſt. [87]

Aber neben dieſen Aſſociationen von Augit mit Oligoklas, Augit mit Labrador, Hornblende mit Oligoklas, welche in der von uns angenommenen Claſſification der Trachyte aufgeführt worden ſind und dieſe beſonders charakteriſiren, finden ſich in jedem Vulkane noch andere, leicht erkennbare, unweſentliche Gemengtheile, deren Frequenz oder ſtete Abweſenheit in verſchiedenen, oft ſehr nahen Vulkanen auffallend iſt. Ein häufiges oder durch lange Zeitepochen getrenntes Auftreten hängt in einer und derſelben Werkſtatt wahrſcheinlich von mannigfaltigen Bedingungen der Tiefe des Urſprungs der Stoffe, der Temperatur, des Drucks, der Leicht- und Dünnflüſſigkeit, des ſchnelleren oder langſameren Erkaltens ab. Die ſpecifiſche Aſſociation oder der Mangel gewiſſer Gemengtheile ſteht gewiſſen Theorien, z. B. über die Entſtehung des Bimsſteines aus glaſigem Feldſpath oder aus Obſidian, entgegen. Dieſe Betrachtungen, welche gar nicht der neueren Zeit allein angehören, ſondern ſchon am Ende des 18ten Jahrhunderts durch Vergleichung der Trachyte von Ungarn und von Teneriffa angeregt waren, haben mich, wie meine Tagebücher bezeugen, in Mexico und den Cordilleren der Andes mehrere Jahre lang lebhaft

beſchäftigt. Bei den neueren, unverkennbaren Fortſchritten der Lithologie haben die unvollkommneren Beſtimmungen der Mineral-Species, die ich während der Reiſe machte, durch Guſtav Roſe's jahrelang fortgeſetzte oryctognoſtiſche Bearbeitung meiner Sammlungen verbeſſert und gründlich geſichert werden können.

Glimmer.

Sehr häufig iſt ſchwarzer oder dunkelgrüner Magneſia-Glimmer in den Trachyten des Cotopari, in der Höhe von 2263 Toiſen zwiſchen Suniguaicu und Quelendaña, wie auch in den unterirdiſchen Bimsſtein-Lagern von Guapulo und Zumbalica am Fuß des Cotopari [88], doch 4 deutſche Meilen von demſelben entfernt. Auch die Trachyte des Vulkans von Toluca ſind reich an Magneſia-Glimmer, der am Chimborazo fehlt [89]. In unſerem Continent haben ſich Glimmer häufig gezeigt: am Veſuv (z. B. in den Ausbrüchen von 1821—1823 nach Monticelli und Covelli); in der Eifel in den alt-vulkaniſchen Bomben des Lacher Sees; [90] im Baſalt von Meronitz, des mergelreichen Kauſawer-Berges und vorzüglich der Gamayer Kuppe [91] des böhmiſchen Mittelgebirges; ſeltener im Phonolith [92], wie im Dolerit des Kaiſerſtuhles bei Freiburg. Merkwürdig iſt, daß nicht bloß in den Trachyten und Laven beider Continente kein weißer (meiſt zwei-achſiger) Kali-Glimmer, ſondern nur dunkel gefärbter (meiſt ein-achſiger) Magneſia-Glimmer erzeugt wird; und daß dieſes ausſchließliche Vorkommen des Magneſia-Glimmers ſich auf viele andere Eruptions- und plutoniſche Geſteine: Baſalt, Phonolithe, Syenit, Syenit-Schiefer, ja ſelbſt auf Granitite erſtreckt: während der eigentliche Granit gleichzeitig weißen Kali-Glimmer und ſchwarzen oder braunen Magneſia-Glimmer enthält. [93]

Glaſiger Feldſpath.

Dieſe Feldſpath-Gattung, welche eine ſo wichtige Rolle in der Thätigkeit europäiſcher Vulkane ſpielt: in den Trachyten erſter und zweiter Abtheilung (z. B. auf Iſchia, in den phlegräiſchen Feldern oder dem Siebengebirge bei Bonn); fehlt in dem Neuen Continent, in den Trachyten thätiger Vulkane, wahrſcheinlich ganz: was um ſo auffallender iſt, als Sanidin (glaſiger Feldſpath) weſentlich den ſilberreichen, quarzloſen mexicaniſchen Porphyren von Moran, Pachuca, Villalpando und Acaguiſotla angehört, von denen die erſteren mit den Obſidianen vom Jacal zuſammenhangen.[94]

Hornblende und Augit.

Bei der Charakteriſtik von 6 verſchiedenen Abtheilungen der Trachyte iſt ſchon bemerkt worden, wie dieſelben Mineral-Species, welche (z. B. Hornblende in der 3ten Abtheilung oder dem Toluca-Geſtein) als weſentliche Gemengtheile auftreten, in anderen Abtheilungen (z. B. in der 4ten und 5ten Abtheilung, im Pichincha- und Aetna-Geſtein) vereinzelt oder ſporadiſch erſcheinen. Hornblende habe ich, wenn auch nicht häufig, in den Trachyten der Vulkane von Cotopari, Rucu-Pichincha, Tungurahua und Antiſana neben Augit und Oligoklas; aber faſt gar nicht neben den beiden eben genannten Mineralien am Abhange des Chimborazo bis über 18000 Fuß Höhe gefunden. Unter den vielen vom Chimborazo mitgebrachten Stücken iſt Hornblende nur in zweien und in geringer Menge erkannt. Bei den Ausbrüchen des Veſuvs in den Jahren 1822 und 1850 haben ſich Augite und Hornblend-Kryſtalle (dieſe bis zu einer Länge von faſt 9 Pariſer Linien) durch Dampf-Exhalationen auf Spalten gleichzeitig gebildet.[95] Am Aetna gehört,

wie Sartorius von Waltershauſen bemerkt, die Hornblende vorzugsweiſe den älteren Laven zu. Da das merkwürdige, im weſtlichen Aſien und an mehreren Punkten von Europa weit verbreitete Mineral, welches Guſtav Roſe Uralit genannt hat, durch Structur und Kryſtallform mit der Hornblende und dem Augit nahe verwandt iſt; [96] ſo mache ich gern hier von neuem auf das erſte Vorkommen von Uralit-Kryſtallen im Neuen Continent aufmerkſam; es wurden dieſelben von Roſe in einem Trachytſtück erkannt, das ich am Abhange des Tungurahua 3000 Pariſer Fuß unter dem Gipfel abgeſchlagen habe.

Leucit.

Leucite, welche in Europa dem Veſuv, der Rocca Monfina, dem Albaner Gebirge bei Rom, dem Kaiſerſtuhl im Breisgau, der Eifel (in der weſtlichen Umgebung des Lacher Sees in Blöcken, nicht im anſtehenden Geſtein wie am Burgberge bei Rieden) ausſchließlich angehören, ſind bisher noch nirgends in vulkaniſchen Gebirgen des Neuen und dem aſiatiſchen Theile des Alten Continents aufgefunden worden. Daß ſie ſich oft um einen Augit-Kryſtall bilden, hat ſchon Leopold von Buch im Jahr 1798 aufgefunden und in einer vortrefflichen Abhandlung [97] beſchrieben. Der Augit-Kryſtall, um welchen nach der Bemerkung dieſes großen Geologen der Leucit ſich bildet, fehlt ſelten, ſcheint mir aber bisweilen durch einen kleinen Kern oder Brocken von Trachyt erſetzt zu ſein. Die ungleichen Grade der Schmelzbarkeit zwiſchen den Kernen und der umgebenden Leucit-Maſſe ſetzen der Erklärung der Bildungsweiſe in der Umhüllung einige chemiſche Schwierigkeiten entgegen. Leucite waren theils loſe nach Scacchi, theils mit Lava gemengt in neuen Ausbrüchen des Veſuvs von 1822, 1828, 1832, 1845 und 1847 überaus häufig.

Olivin.

Da Olivin in den alten Laven des Veſuvs [98] (beſonders in den Leucitophyren der Somma); in dem Arſo von Iſchia, dem Ausbruch von 1301, gemengt mit glaſigem Feldſpath, braunem Glimmer, grünem Augit und Magneteiſen; in den Lavaſtröme entſendenden Vulkanen der Eifel (z. B. im Moſenberge weſtlich von Manderſcheid [99]), und im ſüdöſtlichen Theile von Teneriffa in dem Lava-Anbruch von Guimar im Jahre 1704, ſehr häufig iſt: ſo habe ich in den Trachyten der Vulkane von Merico, Neu-Granada und Quito ſehr eifrig, aber vergebens danach geſucht. Unſere Berliner Sammlungen enthalten allein von den vier Vulkanen: Tungurahua, Antiſana, Chimborazo und Pichincha 68 Trachytſtücke, deren 48 von mir und 20 von Bouſſingault mitgebracht ſind. [100] In den Baſalt-Formationen der Neuen Welt iſt Olivin neben Augit eben ſo häufig als in Europa; aber die ſchwarzen, baſaltartigen Trachyte vom Yana-Urcu bei Calpi am Fuß des Chimborazo [1], ſo wie die räthſelhaften, welche man la reventazon del volcan de Ansango [2] nennt, enthalten keinen Olivin. Nur in dem großen, braunſchwarzen Lavaſtrom mit krauſer, ſchlackiger, blumenkohlartig aufgeſchwollener Oberfläche, dem folgend, wir in den Krater des Vulkans von Jorullo gelangten, fanden wir kleine Olivinkörner eingewachſen. [3] Die ſo allgemeine Seltenheit des Olivins in den neueren Laven und dem größten Theil der Trachyte erſcheint minder auffallend, wenn man ſich erinnert, daß, ſo weſentlich auch Olivin für die Baſaltmaſſe zu ſein ſcheint, doch (nach Krug von Nidda und Sartorius von Waltershauſen) in Island und im deutſchen Rhöngebirge der olivinfreie Baſalt nicht von dem olivinreichen zu unterſcheiden iſt. Den erſteren iſt man gewohnt von alter Zeit her Trapp und Wacke,

ſeit neuerer Zeit Anemaſit [4] zu nennen. Olivine, bisweilen kopfgroß in den Baſalten von Rentières in der Auvergne, erlangen auch in den Unkler Steinbrüchen, welche der Gegenſtand meiner erſten Jugendarbeiten geweſen ſind, bis 6 Zoll Durchmeſſer. Der ſchöne, oft verſchliffene Hyperſthenfels von Elfdalen in Schweden, ein körniges Gemenge von Hyperſthen und Labrador, das Berzelius als Syenit beſchrieben hat, enthält auch Olivin [5], wie (noch ſeltener) im Cantal der Phonolith des Pic de Griou [6]. Wenn nach Stromeyer Nickel ein ſehr conſtanter Begleiter des Olivins iſt, ſo hat Rumler darin Arſenik entdeckt [7]: ein Metall, das in der neueſten Zeit weit verbreitet in ſo vielen Mineralquellen und ſelbſt im Meerwaſſer gefunden worden iſt. Des Vorkommens der Olivine in Meteorſteinen [8] und künſtlichen, von Seſtröm unterſuchten Schlacken [9] habe ich ſchon früher gedacht.

Obſidian.

Schon als ich mich im Frühjahr und Sommer 1799 in Spanien zu der Reiſe nach den canariſchen Inſeln rüſtete, herrſchte bei den Mineralogen in Madrid: Hergen, Don José Clavijo und anderen, allgemein die Meinung von der alleinigen Bildung des Bimsſteins aus Obſidian. Das Studium herrlicher geognoſtiſcher Sammlungen von dem Pic von Teneriffa wie die Vergleichung mit den Erſcheinungen, welche Ungarn darbietet, hatten dieſe Meinung begründet: obgleich die letzteren damals meiſt nach den neptuniſtiſchen Anſichten aus der Freiberger Schule gedeutet vorgetragen worden waren. Die Zweifel über die große Einſeitigkeit dieſer Bildungs-Theorie, welche ſehr früh meine eigenen Beobachtungen auf den canariſchen Inſeln, in den Cordilleren von Quito und in der Reihe mexicaniſcher Vulkane in mir erregten [10], trieben mich an, meine ernſteſte

Aufmerkſamkeit auf zwei Gruppen von Thatſachen zu richten: auf die Verſchiedenartigkeit der Einſchlüſſe der Obſidiane und Bimsſteine im allgemeinen, und auf die Häufigkeit der Aſſociation oder gänzliche Trennung derſelben in wohl unterſuchten, thätigen Vulkan-Gerüſten. Meine Tagebücher ſind mit Angaben über dieſen Gegenſtand angefüllt; und die ſpecifiſche Beſtimmung der eingewachſenen Mineralien iſt durch die vielfachſten und neueſten Unterſuchungen meines, immer bereitwilligen und wohlwollenden Freundes (Guſtav Roſe) geſichert worden.

In Obſidian wie in Bimsſtein kommen ſowohl glaſiger Feldſpath als Oligoklas, oft beide zugleich vor. Als Beiſpiele ſind anzuführen die mexicaniſchen Obſidiane, von dem Cerro de las Navajas am öſtlichen Abfall des Jacal von mir geſammelt; die von Chico mit vielen Glimmer-Kryſtallen; die von Zimapan im SSW der Hauptſtadt Mexico, mit deutlichen kleinen Quarzkryſtallen gemengt; die Bimsſteine vom Rio Mayo (auf dem Gebirgswege von Popayan nach Paſto), wie vom ausgebrannten Vulkan von Sorata bei Popayan. Die unterirdiſchen Bimsſtein-Brüche unſern Llactacunga[11] enthalten vielen Glimmer, Oligoklas und, was in Bimsſtein und Obſidian ſehr ſelten iſt, auch Hornblende; doch iſt die letzte auch im Bimsſtein des Vulkans von Arequipa geſehen worden. Gemeiner Feldſpath (Orthoklas) kommt im Bimsſtein nie neben dem Sanidin vor, eben ſo fehlen darin die Augite. Die Somma, nicht der Kegel des Veſuvs ſelbſt, enthält Bimsſtein, welcher erdige Maſſen kohlenſauren Kalkes einſchließt. Von derſelben merkwürdigen Abänderung eines kalkartigen Bimsſteins iſt Pompeji überſchüttet.[12] Obſidiane in wirklichen lavaartigen Strömen ſind ſelten; ſie gehören faſt allein dem Pic von Teneriffa, Lipari und Volcano an.

Gehen wir nun zu der Aſſociation von Obſidian und Bimsſtein in einem und demſelben Vulkan über, ſo ergeben ſich folgende Thatſachen: Pichincha hat große Bimsſtein-Felder und keinen Obſidian. Der Chimborazo zeigt, wie der Aetna, deſſen Trachyte doch eine ganz andere Zuſammenſetzung haben (ſie enthalten Labrador ſtatt Oligoklas), weder Obſidian noch Bimsſtein; eben dieſen Mangel habe ich bei der Beſteigung des Tungurahua bemerkt. Der Vulkan Puracé bei Popayan hat viel Obſidian in ſeinen Trachyten eingemengt und nie Bimsſtein hervorgebracht. Ungeheure Flächen, aus denen der Iliniſſa, Carguairazo und Altar aufſteigen, ſind mit Bimsſtein bedeckt. Die unterirdiſchen Bimsſtein-Brüche bei Llactacunga wie die von Huichapa ſüdöſtlich von Queretaro, wie die Bimsſtein-Anhäufungen am Rio Mayo[13], die bei Tſchegem im Caucaſus[14] und bei Tollo[15] in Chile, fern von thätigen Vulkan-Gerüſten: ſcheinen mir zu den Ausbruch-Phänomenen in der vielfach geſpaltenen ebenen Erdfläche zu gehören. Auch ein andrer chileniſcher Vulkan, der von Antuco[16], von welchem Pöppig eine, ſo wiſſenſchaftlich wichtige als ſprachlich anmuthige Beſchreibung gegeben hat, bringt wohl, wie der Veſuv, Aſche, klein geriebene Rapilli (Sand) hervor; aber keinen Bimsſtein, kein verglaſtes oder obſidianartiges Geſtein. Wir ſehen ohne Anweſenheit von Obſidian oder glaſigem Feldſpath bei ſehr verſchiedenartiger Zuſammenſetzung der Trachyte Bimsſtein entſtehen und nicht entſtehen. Bimsſtein, wie der geiſtreiche Darwin bemerkt, fehlt dazu ganz im Archipel der Galapagos. Wir haben ſchon an einem anderen Orte bemerkt, daß dem mächtigen Vulkan Mauna Loa in den Sandwich-Inſeln wie den einſt Lavaſtröme ergießenden Vulkanen der Eifel[17] die Aſchenkegel fehlen. Obgleich die Inſel Java eine Reihe von mehr als 40 Vulkanen zählt, von denen an

23 jetzt thätig ſind, ſo hat Junghuhn doch nur zwei Punkte in dem Vulkan Gunung Guntur, unfern Bandong und dem großen Tengger-Gebirge[18], auffinden können, wo Obſidian-Maſſen ſich gebildet haben. Es ſcheinen dieſelben nicht Veranlaſſung zur Bimsſtein-Bildung geworden zu ſein. Die Sandmeere (Daſar), welche auf 6500 Fuß mittlerer Meereshöhe liegen, ſind nicht mit Bimsſtein, ſondern mit einer Rapilli-Schicht bedeckt, die als obſidianartige, halb verglaſte Baſaltſtücke beſchrieben werden. Der, nie Bimsſtein ausſtoßende Veſuv-Kegel hat vom 24ten bis 28ten October 1822 eine 18 Zoll dicke Schicht ſandartiger Aſchen, zerriebener Trachyt-Rapilli gegeben, welche nie mit Bimsſtein verwechſelt worden iſt.

Die Höhlungen und Blaſenräume des Obſidians, in denen, wahrſcheinlich aus Dämpfen niedergeſchlagen, ſich, z. B. am mexicaniſchen Cerro del Jacal, Olivin-Kryſtalle gebildet haben, enthalten in beiden Hemiſphären bisweilen eine andere Art von Einſchlüſſen, welche auf die Weiſe ihres Urſprungs und ihrer Bildung zu führen ſcheinen. Es liegen in den breiteren Theilen dieſer langgedehnten, meiſt ſehr regelmäßig parallelen Höhlungen Brocken halb zerſetzten, erdigen Trachyts. Verengt ſetzt ſich die Leere ſchweifartig fort, als hätte ſich durch vulkaniſche Wärme eine gasartige elaſtiſche Flüſſigkeit in der noch weichen Maſſe entwickelt. Dieſe Erſcheinung hatte beſonders im Jahr 1805, als Leopold von Buch, Gay-Luſſac und ich die Thomſon'ſche Mineraliensammlung in Neapel beſuchten, des Erſten Aufmerkſamkeit auf ſich gezogen.[19] Das Aufblähen der Obſidiane durch Feuer, welches ſchon im griechiſchen Alterthum der Beobachtung nicht entgangen war[20], hat gewiß eine ähnliche Gas-Entwickelung zur Urſach. Obſidiane gehen nach Abich um ſo leichter durch Schmelzen in zellige, nicht

parallel-faſrige Bimsſteine über, je ärmer ſie an Kieſelſäure und je reicher ſie an Alkalien ſind. Ob aber das Anſchwellen allein der Verflüchtigung von Kali oder Chlor-Waſſerſtoff-Säure zuzuſchreiben ſei, bleibt nach Rammelsberg's Arbeiten[21] ſehr ungewiß. Scheinbar ähnliche Phänomene des Aufblähens mögen in obſidian- und ſanidin-reichen Trachyten, in poröſen Baſalten und Mandelſteinen, im Pechſtein, Turmalin und dem ſich entfärbenden dunkelbraunen Feuerſtein ſtoffartig ſehr verſchiedene Urſachen haben; und eine auf eigene, genaue Verſuche gegründete, ſo lange und vergebens erwartete Forſchung ausſchließlich über die entweichenden gasartigen Flüſſigkeiten würde zu einer unſchätzbaren Erweiterung der chemiſchen Geologie der Vulkane führen, wenn zugleich auf die Einwirkung des Meerwaſſers in unterſeeiſchen Bildungen und auf die Menge des gekohlten Waſſerſtoffs der beigemengten organiſchen Subſtanzen Rückſicht genommen würde.

Die Thatſachen, welche ich am Ende dieſes Abſchnittes zuſammengeſtellt habe: die Aufzählung der Vulkane, welche Bimsſteine ohne Obſidian, und bei vielem Obſidian keinen Bimsſtein hervorbringen; die merkwürdige, nicht conſtante, aber ſehr verſchiedenartige Aſſociation des Obſidians und Bimsſteins mit gewiſſen anderen Mineralien; haben mich früh ſchon, während des Aufenthalts in den Cordilleren von Quito, zu der Ueberzeugung geführt, daß die Bimsſtein-Bildung Folge eines chemiſchen Proceſſes iſt, der in Trachyten ſehr heterogener Zuſammenſetzung, ohne nothwendig vorhergehende Vermittelung des Obſidians (d. h. ohne Präexiſtenz deſſelben in großen Maſſen), verwirklicht werden kann. Die Bedingungen, unter denen ein ſolcher Proceß großartig gelingt, ſind (ich wiederhole es hier!) vielleicht minder in der Stoff-Verſchiedenheit des Materials als in der

Graduation der Wärme, des durch die Tiefe beſtimmten Druckes, der Dünnflüſſigkeit und der Dauer der Erſtarrung gegründet. Die denkwürdigen, wenn gleich ſeltenen Erſcheinungen, welche die Iſolirtheit rieſenhaft großer unterirdiſcher Bimsſtein-Brüche, fern von allen vulkaniſchen Gerüſten (Kegel- und Glockenbergen), darbietet, leiten mich zugleich zu der Vermuthung [22], daß ein nicht unbeträchtlicher, ja vielleicht dem Volum nach der größere Theil der vulkaniſchen Gebirgsarten nicht aus aufgeſtiegenen vulkaniſchen Gerüſten, ſondern aus Spalten-Netzen der Erdoberfläche ausgebrochen iſt und oft viele Quadratmeilen ſchichtenweiſe bedeckt hat. Zu dieſen gehören wohl auch die alten Trappmaſſen der unter-ſiluriſchen Formation des ſüdweſtlichen Englands, durch deren genaue chronometriſche Beſtimmung mein edler Freund, Sir Roderick Murchiſon, unſere Kenntniß von der geologiſchen Conſtruction des Erdkörpers auf eine ſo umfaſſende Weiſe erweitert und erhöht hat.

Anmerkungen.

[1] (S. 212.) Kosmos Bd. III. S. 44.

[2] (S. 212.) Bd. I. S. 208—210.

[3] (S. 214.) Bd. III. S. 48, 431, 503 und 508—510.

[4] (S. 214.) Bd. I. S. 220.

[5] (S. 214.) Bd. I. S. 233. Vergl. Bertrand-Geslin sur les roches lancées par le Volcan de boue du Monte Zibio près du bourg de Sassuolo in Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent (Relation historique) T. III. p. 566.

[6] (S. 215.) Robert Mallet in den Transactions of the Royal Irish Academy Vol. XXI. (1848) p. 51—113; desselben First Report on the facts of Earthquake Phaenomena im Report of the meeting of the British Association for the advancement of Science, held in 1850, p. 1—89; derselbe im Manual of Scientific Enquiry for the use of the British Navy 1849 p. 196—223; William Hopkins on the geological theories of Elevation and Earthquakes im Rep. of the British Assoc. for 1847 p. 33—92. Die strenge Kritik, welcher Herr Mallet meine frühere Arbeit in seinen sehr schätzbaren Abhandlungen (Irish Transact. p. 99—101 und Meeting of the Brit. Assoc. held at Edinb. p. 209) unterworfen hat, ist von mir mehrfach benutzt worden.

[7] (S. 215.) Thomas Young, Lectures on Natural Philosophy 1807 Vol. I. p. 717.

[8] (S. 216.) Ich folge der statistischen Angabe, die mir der Corregidor von Tacunga 1802 mittheilte. Sie erhob sich zu einem Verlust von 30000 zu 34000 Menschen, aber einige 20 Jahre später wurde die Zahl der unmittelbar getödteten um $^1/_3$ vermindert.

[9] (S. 216.) Kosmos Bd. I. S. 221.

[10] (S. 218.) Zweifel über die Wirkung auf das geſchmolzene »subjacent fluid confined into internal *lakes*« hat Hopkins geäußert im Meeting of the British Assoc. in 1847 p. 57; wie über the subterraneous lava tidal wave, moving the solid crust above it, Mallet im Meeting in 1850 p. 20. Auch Poiſſon, mit dem ich mehrmals über die Hypotheſe der unterirdiſchen Ebbe und Fluth durch Mond und Sonne geſprochen, hielt den Impuls, den er nicht läugnete, für unbedeutend, „da im freien Meere die Wirkung ja kaum 14 Zoll betrage“. Dagegen ſagte Ampère: Ceux qui admettent la liquidité du noyau intérieur de la terre, paraissent ne pas avoir songé assez à l'action qu'exercerait la lune sur cette énorme masse liquide: action d'où résulteraient des marées analogues à celles de nos mers, mais bien autrement terribles, tant par leur étendue que par la densité du liquide. Il est difficile de concevoir, comment l'enveloppe de la terre pourrait résister, étant incessamment battue par une espèce de bélier hydraulique (?) de 1400 lieues de longueur. (Ampère, Théorie de la Terre in der Revue des deux Mondes juillet 1833 p. 148.) Iſt das Erdinnere flüſſig, wie im allgemeinen nicht zu bezweifeln iſt, da trotz des ungeheuren Druckes die Theilchen doch verſchiebbar bleiben; ſo ſind in dem Erdinneren dieſelben Bedingungen enthalten, welche an der Erdoberfläche die Fluth des Weltmeeres erzeugen: und es wird die fluth-erregende Kraft in größerer Nähe beim Mittelpunkte immer ſchwächer werden, da der Unterſchied der Entfernungen von je zwei entgegengeſetzt liegenden Punkten, in ihrer Relation zu den anziehenden Geſtirnen betrachtet, in größerer Tiefe unter der Oberfläche immer kleiner wird, die Kraft aber allein von dem Unterſchiede der Entfernungen abhängt. Wenn die feſte Erdrinde dieſem Beſtreben einen Widerſtand entgegenſetzt, ſo wird das Erdinnere an dieſen Stellen nur einen Druck gegen die Erdrinde ausüben: es wird (wie mein aſtronomiſcher Freund Dr. Brünnow ſich ausdrückt) ſo wenig Fluth entſtehen, als wenn das Weltmeer eine unzerſprengbare Eisdecke hätte. Die Dicke der feſten, ungeſchmolzenen Erdrinde wird berechnet nach dem Schmelzpunkt der Gebirgsarten und dem Geſetze der Wärme-Zunahme von der Oberfläche der Erde in die Tiefe. Ich habe bereits oben (Kosmos Bd. I. S. 27 und 48) die Vermuthung gerechtfertigt, daß etwas über fünf geogr. Meilen ($5\frac{4}{10}$)

unter der Oberfläche eine Granit schmelzende Glühhitze herrsche. Fast dieselbe Zahl (45000 Meter = 6 geogr. Meilen, zu 7419m) nannte Élie de Beaumont (Geologie, herausgegeben von Vogt 1846, Bd. I. S. 32) für die Dicke der starren Erdrinde. Auch nach den sinnreichen, für die Fortschritte der Geologie so wichtigen Schmelzversuchen verschiedener Mineralien von Bischof fällt die Dicke der ungeschmolzenen Erdschichten zwischen 115000 und 128000 Fuß, im Mittel zu $5\frac{1}{3}$ geogr. Meilen; s. Bischof, Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers S. 286 u. 271. Um so auffallender ist es mir zu finden, daß bei der Annahme einer bestimmten Grenze zwischen dem Festen und Geschmolzenen, nicht eines allmäligen Ueberganges, Herr Hopkins, nach Grundsätzen seiner speculativen Geologie, das Resultat aufstellt: the thickness of the solid shell cannot be less than about one fourth or one fifth (?) of the radius of its external surface (Meeting of the Brit. Assoc. held at Oxford in 1847 p. 51). Cordier's früheste Annahme war doch nur 14 geogr. Meilen ohne Correction: welche von dem, mit der großen Tiefe zunehmenden Druck der Schichten und der hypsometrischen Gestalt der Oberfläche abhängig ist. Die Dicke des starren Theils der Erdrinde ist wahrscheinlich sehr ungleich.

[11] (S. 218.) Gay-Lussac, Réflexions sur les Volcans in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. 1823 p. 418 und 426. — Der Verfasser, welcher mit Leopold von Buch und mir den großen Lava-Ausbruch des Vesuvs im Sept. 1805 beobachtete, hat das Verdienst gehabt die chemischen Hypothesen einer strengen Kritik zu unterwerfen. Er sucht die Ursach der vulkanischen Erscheinungen in einer affinité très énergique et non encore satisfaite entre les substances, à laquelle un contact fortuit leur permettait d'obéir; er begünstigt im ganzen die aufgegebene Davy'sche und Ampère'sche Hypothese: en supposant que les radicaux de la silice, de l'alumine, de la chaux et du fer soient unis au chlore dans l'intérieur de la terre; auch das Eindringen des Meerwassers ist ihm nicht unwahrscheinlich unter gewissen Bedingungen: p. 419, 420, 423 und 426. Vergl. über die Schwierigkeit einer Theorie, die sich auf das Eindringen des Wassers gründet, Hopkins im Meeting of 1847 p. 38.

[12] (S. 218.) In den südamerikanischen Vulkanen fehlt unter

den ausgeſtoßenen Dämpfen, nach den ſchönen Analyſen von Bouſſingault an 5 Kraterrändern (Tolima, Purace, Paſto, Tuqueras und Cumbal), Chlor-Waſſerſtoff-Säure gänzlich: nicht aber an den italiäniſchen Vulkanen; Annales de Chimie T. LII. 1833 p. 7 und 23.

[13] (S. 218.) Kosmos Bd. I. S. 247. Indem Davy auf das beſtimmteſte die Meinung aufgab, daß die vulkaniſchen Ausbrüche eine Folge der Berührung der metalloidiſchen Baſen durch Luft und Waſſer ſeien; erklärte er doch, es könne das Daſein von oxydirbaren Metalloiden im Inneren der Erde eine mitwirkende Urſach in den ſchon begonnenen vulkaniſchen Proceſſen ſein.

[14] (S. 219.) J'attribue, ſagt Bouſſingault, la plupart des tremblemens de terre dans la Cordillère des Andes à des éboulemens qui ont lieu dans l'intérieur de ces montagnes par le tassement qui s'opère et qui est une conséquence de leur soulèvement. Le massif qui constitue ces cimes gigantesques, n'a pas été soulevé à l'état pâteux; le soulèvement n'a eu lieu qu'après la solidification des roches. J'admets par conséquent que le relief des Andes se compose de fragmens de toutes dimensions, entassés les uns sur les autres. La consolidation des fragmens n'a pu être tellement stable dès le principe qu'il n'y ait des tassemens après le soulèvement, qu'il n'y ait des mouvemens intérieurs dans les masses fragmentaires. Bouſſingault sur les tremblemens de terre des Andes, in den Annales de Chimie et de Physique T. LVIII. 1835 p. 84—86. In der Beſchreibung ſeiner denkwürdigen Beſteigung des Chimborazo (Ascension au Chimborazo le 16 déc. 1831, a. a. O. p. 176) heißt es wieder: Comme le Cotopaxi, l'Antisana, le Tunguragua et en général les volcans qui hérissent les plateaux des Andes, la masse du Chimborazo est formée par l'accumulation de débris trachytiques, amoncelés sans aucun ordre. Ces fragmens, d'un volume souvent énorme, ont été soulevés à l'état solide par des fluides élastiques qui se sont fait jour sur les points de moindre résistance; leurs angles sont toujours tranchans. Die hier bezeichnete Urſach der Erdbeben iſt die, welche Hopkins in ſeiner „analytiſchen Theorie der vulkaniſchen Erſcheinungen" a shock produced by the falling of the roof of a subterranean cavity nennt (Meeting of the Brit. Assoc. at Oxford 1847 p. 82).

[15] (S. 219.) Mallet, Dynamics of Earthquakes p. 74,

80 und 82; Hopkins (Meet. at Oxford) p. 74—82. Alles, was wir von den Erschütterungswellen und Schwingungen in festen Körpern wissen, zeigt das Unhaltbare älterer Theorien über die durch eine Reihung von Höhlen erleichterte Fortpflanzung der Bewegung. Höhlen können nur auf secundäre Weise bei dem Erdbeben wirken, als Räume für Anhäufung von Dämpfen und verdichteten Gas-Arten. La terre, vieille de tant de siècles, sagt Gay-Lussac sehr schön (Ann. de Chimie et de Phys. T. XXII. 1823 p. 428), conserve encore une force intestine, qui élève des montagnes (dans la croûte oxydée, renverse des cités et agite la masse entière. La plupart des montagnes, en sortant du sein de la terre, ont dû y laisser de vastes cavités, qui sont restées vides, à moins qu'elles n'aient été remplies par l'eau (et des fluides gazeux). C'est bien à tort que Deluc et beaucoup de Géologues se servent de ces vides, qu'ils s'imaginent se prolonger en longues galeries, pour propager au loin les tremblements de terre. Ces phénomènes si grands et si terribles sont de très fortes ondes sonores, excitées dans la masse solide de la terre par une commotion quelconque, qui s'y propage avec la même vitesse que le son s'y propagerait. Le mouvement d'une voiture sur le pavé ébranle les plus vastes édifices, et se communique à travers des masses considérables, comme dans les carrières profondes au-dessous de Paris.

[16] (S. 219.) Ueber Interferenz-Phänomene in den Erdwellen, denen der Schallwellen analog, s. Kosmos Bd. I. S. 211 und Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 379.

[17] (S. 219.) Mallet on vorticose shocks and cases of twisting, im Meet. of the Brit. Assoc. in 1850 p. 33 und 49, im Admiralty Manual 1849 p. 213. (Vergl. Kosmos Bd. I. S. 212.)

[18] (S. 220.) Die Moya-Kegel sind 19 Jahre nach mir noch von Boussingault gesehen worden. »Des éruptions boueuses, suites du tremblement de terre, comme les éruptions de la *Moya* de Pelileo, qui ont enseveli des villages entiers.« (Ann. de Chim. et de Phys. T. LVIII. p. 81.)

[19] (S. 221.) Ueber Versetzung von Gebäuden und Pflanzungen bei dem Erdbeben von Calabrien s. Lyell, Principles of Geology Vol. I. p. 484—491. Ueber Rettung in Spalten bei dem

großen Erdbeben von Riobamba ſ. meine Relat. hist. T. II. p. 642. Als ein merkwürdiges Beiſpiel von der Schließung einer Spalte iſt anzuführen, daß bei dem berühmten Erdbeben (Sommer 1851) in der neapolitaniſchen Provinz Baſilicata in Barile bei Melfi eine Henne mit beiden Füßen im Straßenpflaſter eingeklemmt gefunden wurde, nach dem Berichte von Scacchi.

[20] (S. 222.) Kosmos Bd. I. S. 112. Daß die durch Erdbeben entſtehenden Spalten ſehr lehrreich für die Gangbildung und das Phänomen des Verwerfens ſind, indem der neuere Gang den älterer Formation verſchiebt, hat Hopkins ſehr richtig theoretiſch entwickelt. Lange aber vor dem verdienſtvollen Phillips hat Werner die Altersverhältniſſe des verwerfenden, durchſetzenden Ganges zu dem verworfenen, durchſetzten, in ſeiner Theorie der Gänge (1791) gezeigt. Vergl. Report of the meeting of the Brit. Assoc. at Oxford 1847 p. 62.

[21] (S. 223.) Vergl. über gleichzeitige Erſchütterung des Tertiär-Kalkes von Cumana und Maniquarez, ſeit dem großen Erdbeben von Cumana am 14 December 1796, Humboldt, Rel. hist. T. I. p. 314, Kosmos Bd. I. S. 220; und Mallet, Meeting of the Brit. Assoc. in 1850 p. 28.

[22] (S. 224.) Abich über Daghestan, Schagdagh und Ghilan in Poggendorff's Annalen Bd. 76. 1849 S. 157. Auch in einem Bohrloche bei Saſſendorf in Weſtphalen (Regier. Bezirk Arnsberg) nahm, in Folge des ſich weit erſtreckenden Erdbebens vom 29 Juli 1846, deſſen Erſchütterungs-Centrum man nach St. Goar am Rhein verlegt, die Salzſole, ſehr genau geprüft, um $1\frac{1}{2}$ Procent an Gehalt zu: wahrſcheinlich, weil ſich andere Zuleitungsklüfte geöffnet hatten (Nöggerath, das Erdbeben im Rheingebiete vom 29 Juli 1846 S. 14). Bei dem ſchweizer Erdbeben vom 25 Auguſt 1851 ſtieg nach Charpentier's Bemerkung die Temperatur der Schwefelquelle von Lavey (oberhalb St. Maurice am Rhone-Ufer) von 31° auf 36°,3.

[23] (S. 224.) Zu Schemacha (Höhe 2245 Fuß), einer der vielen meteorologiſchen Stationen, die unter Abich's Leitung der Fürſt Woronzow im Caucaſus hat gründen laſſen, wurden 1848 allein 18 Erdbeben von dem Beobachter in dem Journale verzeichnet.

[24] (S. 224.) S. Asie centrale T. I. p. 324—329 und T. II. p. 108—120; und beſonders meine Carte des Montagnes et Volcans

de l'Asie, verglichen mit den geognoſtiſchen Karten des Caucaſus und Hochlandes von Armenien von Abich, wie mit der Karte von Kleinaſien (Argäus) von Peter Tſchichatſchef, 1853 (Roſe, Reiſe nach dem Ural, Altai und kaſp. Meere Bd. II. S. 576 und 597). »Du Tourfan, situé sur la pente méridionale du Thianchan, jusqu'à l'Archipel des Azores (heißt es in der Asie centrale) il y a 120° de longitude. C'est vraisemblablement la *bande de réactions volcaniques* la plus longue et la plus régulière, oscillant faiblement entre 38° et 40° de latitude, qui existe sur la terre; elle surpasse de beaucoup en étendue la bande volcanique de la Cordillère des Andes dans l'Amérique méridionale. J'insiste d'autant plus sur ce singulier *alignement* d'arêtes, de soulèvements, de crevasses et de propagations de commotions, qui comprend un tiers de la circonférence d'un *parallèle à l'équateur*, que de petits accidents de la surface, l'inégale hauteur et la largeur des rides ou soulèvements linéaires, comme l'interruption causée par les bassins des mers (concavité Aralo-Caspienne, Méditerranée et Atlantique) tendent à masquer les grands traits de la constitution géologique du globe. (Cet aperçu hazardé d'une ligne de commotion régulièrement prolongée n'exclut aucunement d'autres lignes selon lesquelles les mouvements peuvent se propager également.)« Da die Stadt Khotan und die Gegend ſüdlich vom Thian-ſchan die berühmteſten und älteſten Sitze des Buddhismus geweſen ſind, ſo hat ſich die buddhiſtiſche Litteratur auch ſchon früh und ernſt mit den Urſachen der Erdbeben beſchäftigt (ſ. Foe-koue-ki ou Relation des Royaumes Bouddiques, trad. par Mr. Abel Rémusat, p. 217). Es werden von den Anhängern des Sâkhyamuni 8 dieſer Urſachen angegeben: unter welchen ein gedrehtes ſtählernes, mit Reliquien (śarîra; im Sanskrit Leib bedeutend) behangenes Rad eine Hauptrolle ſpielt; — die mechaniſche Erklärung einer dynamiſchen Erſcheinung, kaum alberner als manche unſerer ſpät veralteten geologiſchen und magnetiſchen Mythen! Geiſtliche, beſonders Bettelmönche (Bhikchous), haben nach einem Zuſatze von Klaproth auch die Macht die Erde erzittern zu machen und das unterirdiſche Rad in Bewegung zu ſetzen. Die Reiſen des Fahian, des Verfaſſers des Foe-koue-ki, ſind aus dem Anfang des fünften Jahrhunderts.

[25] (S. 226.) Acosta, Viajes cientificos á los Andes ecuatoriales 1849 p. 56.

[26] (S. 226.) Kosmos Bd. I. S. 214—217 und 444; Humboldt, Rel. hist. T. IV. chap. 14 p. 31—38. Scharfſinnige theoretiſche Betrachtungen von Mallet über Schallwellen durch die Erde und Schallwellen durch die Luft finden ſich im Meeting of the British Assoc. in 1850 p. 41—46 und im Admiralty Manual 1849 p. 201 und 217. Die Thiere, welche in der Tropengegend nach meiner Erfahrung früher als der Menſch von den leiſeſten Erderſchütterungen beunruhigt werden, ſind: Hühner, Schweine, Hunde, Eſel und Crocodile (Caymanes), welche letztere plötzlich den Boden der Flüſſe verlaſſen.

[27] (S. 227.) Julius Schmidt in Nöggerath über das Erdbeben vom 29 Juli 1846 S. 28—37. Mit der Geſchwindigkeit des Liſſaboner Erdbebens, wie ſie im Text angegeben iſt, würde der Aequatorial-Umfang der Erde in ohngefähr 45 Stunden umgangen werden. Michell (Phil. Transact. Vol. LI. Part II. p. 572) fand für daſſelbe Erdbeben vom 1 Nov. 1755 nur 50 engliſche miles in der Minute: d. i., ſtatt 7464, nur 4170 Pariſer Fuß in der Secunde. Ungenauigkeit der älteren Beobachtungen und Verſchiedenheit der Fortpflanzungswege mögen hier zugleich wirken. — Ueber den Zuſammenhang des Neptun mit dem Erdbeben, auf welchen ich im Texte (S. 229) angeſpielt habe, wirft eine Stelle des Proclus im Commentar zu Plato's Cratylus ein merkwürdiges Licht. „Der mittlere unter den drei Göttern, Poſeidon, iſt für alles, ſelbſt für das Unbewegliche, Urſache der Bewegung. Als Urheber der Bewegung heißt er Ἐννοσίγαιος; und ihm iſt unter denen, welche um das Kroniſche Reich gelooſt, das mittlere Loos, und zwar das leicht bewegliche Meer, zugefallen. (Creuzer, Symbolik und Mythologie Th. III. 1842 S. 260.) Da die Atlantis des Solon und das ihr nach meiner Vermuthung verwandte Lyctonien geologiſche Mythen ſind, ſo werden beide durch Erdbeben zertrümmerte Länder als unter der Herrſchaft des Neptun ſtehend betrachtet und den Saturniſchen Continenten entgegengeſetzt. Neptun war nach Herodot (lib. II c. 43 et 50) eine libyſche Gottheit, und in Aegypten unbekannt. Ueber dieſe Verhältniſſe, das Verſchwinden des libyſchen Triton-Sees durch Erdbeben und die Meinung von der großen Seltenheit der Erderſchütterungen im Nilthal,

vergl. mein Examen crit. de la Géographie T. I. p. 171 und 179.

[28] (S. 230.) Die Explosionen des Sangai oder Volcan de Macas erfolgten im Mittel alle 13″,4; s. Wisse in den Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences T. XXXVI. 1853 p. 720. Als Beispiel von Erschütterungen, welche auf den kleinsten Raum eingeschränkt sind, hätte ich auch noch den Bericht des Grafen Larderel über die Lagoni in Toscana anführen können. Die Bor oder Borsäure enthaltenden Dämpfe verkündigen ihr Dasein und ihren nahen Ausbruch auf Spalten dadurch, daß sie das Gestein umher erschüttern. (Larderel sur les établissements industriels de la production d'acide boracique en Toscane 1852 p. 15.)

[29] (S. 230.) Ich freue mich, zur Bestätigung dessen, was ich im Texte zu entwickeln versucht habe, eine wichtige Autorität anführen zu können. »Dans les Andes, l'oscillation du sol, due à une éruption de Volcans, est pour ainsi dire locale, tandis qu'un tremblement de terre, qui en apparence du moins n'est lié à aucune éruption volcanique, se propage à des distances incroyables. Dans ce cas on a remarqué que les secousses suivaient de préférence la direction des chaînes de montagnes, et se sont principalement ressenties dans les terrains alpins. La fréquence des mouvemens dans le sol des Andes, et le peu de coincidence que l'on remarque entre ces mouvemens et les éruptions volcaniques, doivent nécessairement faire présumer qu'ils sont, *dans le plus grand nombre de cas*, occasionnés par une cause *indépendante des volcans*.« Bouffingault, Annales de Chimie et de Physique T. LVIII. 1835 p. 83.

[30] (S. 232.) Die Folge der großen Naturbegebenheiten 1796 bis 1797, 1811 und 1812 war diese:

27 Sept. 1796 Ausbruch des Vulkans der Insel Guadalupe in den Kleinen Antillen, nach vieljähriger Ruhe;

Nov. 1796 Der Vulkan auf der Hochebene Pasto zwischen den kleinen Flüssen Guaytara und Juanambu entzündet sich und fängt an bleibend zu rauchen;

14 Dec. 1796 Erdbeben und Zerstörung der Stadt Cumana;

4 Febr. 1797 Erdbeben und Zerstörung von Riobamba. An demselben Morgen verschwand plötzlich, ohne wieder zu erscheinen,

in wenigstens 48 geogr. Meilen Entfernung von Riobamba, die Rauchsäule des Vulkans von Pasto, um welchen umher keine Erderschütterung gefühlt wurde.

---

30 Januar 1811 Erste Erscheinung der Insel Sabrina in der Gruppe der Azoren, bei der Insel San Miguel. Die Hebung ging, wie bei der der Kleinen Kameni (Santorin) und der des Vulkans von Jorullo, dem Feuerausbruch voraus. Nach einer 6tägigen Schlacken-Eruption stieg die Insel bis zu 300 Fuß über den Spiegel des Meeres empor. Es war das 3te Erscheinen und Wieder-Versinken der Insel nach Zwischenräumen von 91 und 92 Jahren, nahe an demselben Punkte.

Mai 1811 Ueber 200 Erdstöße auf der Insel St. Vincent bis April 1812.

Dec. 1811 Zahllose Erdstöße in den Flußthälern des Ohio, Missisippi und Arkansas bis 1813. Zwischen Neu-Madrid, Little Prairie und La Saline nördlich von Cincinnati treten mehrere Monate lang die Erdbeben fast zu jeder Stunde ein.

Dec. 1811 Ein einzelner Erdstoß in Caracas.

26 März 1812 Erdbeben und Zerstörung der Stadt Caracas. Der Erschütterungskreis erstreckte sich über Santa Marta, die Stadt Honda und das hohe Plateau von Bogota in 135 Meilen Entfernung von Caracas. Die Bewegung dauerte fort bis zur Mitte des Jahres 1813.

30 April 1812 Ausbruch des Vulkans von St. Vincent; und desselben Tages um 2 Uhr Morgens wurde ein furchtbares unterirdisches Geräusch wie Kanonendonner in gleicher Stärke an den Küsten von Caracas, in den Llanos von Calabozo und des Rio Apure, ohne von einer Erderschütterung begleitet zu sein, zugleich vernommen (s. oben S. 226). Das unterirdische Getöse wurde auch auf der Insel St. Vincent gehört; aber, was sehr merkwürdig ist, stärker in einiger Entfernung auf dem Meere.

[31] (S. 233.) Humboldt, Voyage aux Regions équin. T. II. p. 376.

[32] (S. 234.) Um zwischen den Wendekreisen die Temperatur der Quellen, wo sie unmittelbar aus den Erdschichten hervorbrechen,

mit der Temperatur großer, in offenen Canälen strömender Flüsse vergleichen zu können, stelle ich hier aus meinen Tagebüchern folgende Mittelzahlen zusammen:

Rio Apure, Br. 7°¾: Temp. 27°,2;

Orinoco zwischen 4° und 8° Breite: 27°,5—29°,6;

Quellen im Walde bei der Cataracte von Maypures, aus Granit ausbrechend: 27°,8;

Cassiquiare: der Arm des Oberen Orinoco, welcher die Verbindung mit dem Amazonenstrom bildet: nur 24°,3;

Rio Negro oberhalb San Carlos (kaum 1° 53′ nördlich vom Aequator): nur 23°,8;

Rio Atabapo: 26°,2 (Br. 3°50′);

Orinoco nahe bei dem Eintritt des Atabapo: 27°,8;

Rio grande de la Magdalena (Br. 5° 12′ bis 9° 56′): Temp. 26°,6;

Amazonenfluß: südl. Br. 5° 31′, dem Pongo von Rentema gegenüber (Provincia Jaen de Bracamoros), kaum 1200 Fuß über der Südsee: nur 22°,5.

Die große Wassermasse des Orinoco nähert sich also der mittleren Luft-Temperatur der Umgegend. Bei großen Ueberschwemmungen der Savanen erwärmen sich die gelbbraunen, nach Schwefel-Wasserstoff riechenden Wasser bis 33°,8; so habe ich die Temperatur in dem mit Crocodilen angefüllten Lagartero östlich von Guayaquil gefunden. Der Boden erhitzt sich dort, wie in seichten Flüssen, durch die in ihm von den einfallenden Sonnenstrahlen erzeugte Wärme. Ueber die mannigfaltigen Ursachen der geringeren Temperatur des im Licht-Reflex caffeebraunen Wassers des Rio Negro, wie der weißen Wasser des Cassiquiare (stets bedeckter Himmel, Regenmenge, Ausdünstung der dichten Waldungen, Mangel heißer Sandstrecken an den Ufern) s. meine Fluß-Schifffahrt in der Relat. hist. T. II. p. 463 und 509. Im Rio Guancabamba oder Chamaya, welcher nahe bei dem Pongo de Rentema in den Amazonenfluß fällt, habe ich die Temperatur gar nur 19°,8 gefunden, da seine Wasser mit ungeheurer Schnelligkeit aus dem hohen See Simicocha von der Cordillere herabkommen. Auf meiner 52 Tage langen Flußfahrt aufwärts den Magdalenenstrom von Mahates bis Honda habe ich durch mehrfache Beobachtungen deutlichst erkannt, daß ein Steigen des Wasserspiegels

Stunden lang durch eine Erniedrigung der Fluß-Temperatur ſich vorherverkündigt. Die Erkältung des Stromes tritt früher ein, als die kalten Bergwaſſer aus den der Quelle nahen Paramos herab kommen. Wärme und Waſſer bewegen ſich, ſo zu ſagen, in entgegengeſetzter Richtung und mit ſehr ungleicher Geſchwindigkeit. Als bei Badillas die Waſſer plötzlich ſtiegen, ſank lange vorher die Temperatur von 27° auf 23°,5. Da bei Nacht, wenn man auf einer niedrigen Sandinſel oder am Ufer mit allem Gepäck gelagert iſt, ein ſchnelles Wachſen des Fluſſes Gefahr bringen kann, ſo iſt das Auffinden eines Vorzeichens des nahen Flußſteigens (der avenida) von einiger Wichtigkeit. — Ich glaube in dieſem Abſchnitte von den Thermalquellen auf's neue daran erinnern zu müſſen, daß in dieſem Werke vom Kosmos, wo nicht das Gegentheil beſtimmt ausgedrückt iſt, die Thermometer-Grade immer auf die hunderttheilige Scale zu beziehen ſind.

[33] (S. 234.) Leopold von Buch, phyſicaliſche Beſchreibung der canariſchen Inſeln S. 8; Poggendorff's Annalen Bd. XII. S. 403; Bibliothèque britannique, Sciences et Arts T. XIX. 1802 p. 263; Wahlenberg de Veget. et Clim. in Helvetia septentrionali observatis p. LXXVIII und LXXXIV; derſelbe, Flora Carpathica p. XCIV und in Gilbert's Annalen Bd. XLI. S. 115; Humboldt in den Mém. de la Soc. d'Arcueil T. III. (1817) p. 599.

[34] (S. 234.) De Gasparin in der Bibliothèque univ., Sciences et Arts T. XXXVIII. 1828 p. 54, 113 und 264; Mém. de la Société centrale d'Agriculture 1826 p. 178; Schouw, Tableau du Climat et de la Végétation de l'Italie Vol. I. 1839 p. 133—195; Thurmann sur la température des sources de la chaîne du Jura, comparée à celle des sources de la plaine suisse, des Alpes et des Vosges, im Annuaire météorologique de la France pour 1850 p. 258—268. — De Gasparin theilt Europa in Rückſicht auf die Frequenz der Sommer- und Herbſt-Regen in zwei ſehr contraſtirende Regionen. Ein reiches Material iſt enthalten in Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. I. S. 448—506. Nach Dove (in Poggend. Ann. Bd. XXXV. S. 376) fallen in Italien „an Orten, denen nördlich eine Gebirgskette liegt, die Maxima der Curven der monatlichen Regenmengen auf März und November; und da, wo das

Gebirge südlich liegt, auf April und October.“ Die Gesammtheit der Regen-Verhältnisse der gemäßigten Zone kann unter folgenden allgemeinen Gesichtspunkt zusammengefaßt werden: „die Winter-Regenzeit in den Grenzen der Tropen tritt, je weiter wir uns von diesen entfernen, immer mehr in zwei, durch schwächere Niederschläge verbundene Maxima aus einander, welche in Deutschland in einem Sommer-Maximum wieder zusammenfallen: wo also temporäre Regenlosigkeit vollkommen aufhört.“ Vergl. den Abschnitt Geothermik in dem vortrefflichen Lehrbuche der Geognosie von Naumann Bd. I. (1850) S. 41—73.

[35] (S. 235.) Vergl. Kosmos Bd. IV. S. 45.

[36] (S. 237.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 182 und 427 (Anm. 9), Bd. IV. S. 40 und 166 (Anm. 41).

[37] (S. 238.) Kosmos Bd. IV. S. 37.

[38] (S. 238.) Mina de Guadalupe, eine der Minas de Chota, a. a. O. S. 41.

[39] (S. 238.) Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 323.

[40] (S. 238.) Bergwerk auf der großen Fleuß im Moll-Thale der Tauern; s. Hermann und Adolph Schlagintweit, Untersuch. über die physicalische Geographie der Alpen 1850 S. 242—273.

[41] (S. 240.) Dieselben Verfasser in ihrer Schrift: Monte Rosa 1853 Cap. VI S. 212—225.

[42] (S. 241.) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 139 und 147.

[43] (S. 241.) A. a. O. S. 140 und 203.

[44] (S. 244.) Ich weiche hier von der Meinung eines mir sehr befreundeten und um die tellurische Wärme-Vertheilung höchst verdienten Physikers ab. S. über die Ursach der warmen Quellen von Leuck und Warmbrunn Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie Bd. I. S. 127—133.

[45] (S. 244.) S. über diese, von Dureau de la Malle aufgefundene Stelle Kosmos Bd. I. S. 231—232 und 448 (Anm. 79). »Est autem«, sagt der heil. Patricius, »et supra firmamentum caeli, et *subter* terram ignis atque aqua; et quae supra terram est aqua, coacta in unum, appellationem marium: quae vero infra, abyssorum suscepit; ex quibus ad generis humani

usus in terram velut siphones quidam emittuntur et scaturiunt. Ex iis .. m quoque et thermae exsistunt: quarum quae ab igne absunt longius, provida boni Dei erga nos mente *fri idiores*; quae vero *propius* admodum, *ferventes* fluunt. In quibusdam etiam locis et tepidae aquae reperiuntur, prout majore ab igne intervallo sunt disjunctae.« So lauten die Worte in der Sammlung: Acta primorum Martyrum, opera et studio Theodorici Ruinart, ed. 2. Amstelaedami 1713 fol. p. 555. Nach einem anderen Berichte (A. S. Mazochii in vetus marmoreum sanctae Neapolitanae Ecclesiae Kalendarium commentarius Vol. II. Neap. 1744. 4° p. 385) entwickelte der heil. Patricius vor dem Julius Consularis ohngefähr dieselbe Theorie der Erdwärme; aber an dem Ende der Rede ist die kalte Hölle deutlicher bezeichnet: Nam quae longius ab igne subterraneo absunt, Dei optimi providentia, frigidiores erumpunt. At quae propiores igni sunt, ab eo fervefactae, intolerabili calore praeditae promuntur foras. Sunt et alicubi tepidae, quippe non parum sed longiuscule ab eo igne remotae. Atqui ille infernus ignis impiarum est animarum carnificina; non secus ac subterraneus frigidissimus gurges, in glaciei glebas concretus, qui Tartarus nuncupatur.« — Der arabische Name hammâm el-enf bedeutet: Nasenbäder; und ist, wie schon Temple bemerkt hat, von der Gestalt eines benachbarten Vorgebirges hergenommen: nicht von einer günstigen Einwirkung, welche dieses Thermalwasser auf Krankheiten der Nase ausübte. Der arabische Name ist von den Berichterstattern mannigfach gewandelt worden: hammam l'Enf oder Lif, Emmamelif (Peyssonel), la Mamelif (Desfontaines). Vergl. Gumprecht, die Mineralquellen auf dem Festlande von Africa (1851) S. 140—144.

[46] (S. 245.) Humboldt, Essai polit. sur la Nouv. Espagne, 2ème éd. T. III. (1827) p. 190.

[47] (S. 246.) Relat. hist. du Voyage aux Régions équinoxiales T. II. p. 98; Kosmos Bd. I. S. 230. Die heißen Quellen von Carlsbad verdanken ihren Ursprung auch dem Granit; Leop. von Buch in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 416: ganz wie die von Joseph Hooker besuchten heißen Quellen von Momay in Tibet, die 15000 Fuß hoch über dem Meere mit 46° Wärme ausbrechen, nahe bei Changokhang (Himalayan Journals Vol. II. p. 133).

[48] (S. 246.) Bouſſingault, Considérations sur les eaux thermales des Cordillères, in den Annales de Chimie et de Physique T. LII. 1833 p. 188—190.

[49] (S. 247.) Captain Newbold on the temperature of the wells and rivers in India and Egypt (in den Philos. Transact. for 1845 P. I. p. 127).

[50] (S. 248.) Sartorius von Waltershauſen, phyſiſch-geographiſche Skizze von Island, mit beſonderer Rückſicht auf vulkaniſche Erſcheinungen, 1847 S. 128—132; Bunſen und Descloiſeaux in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 935; Bunſen in den Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. LXII. 1847 S. 27—45. Schon Lottin und Robert hatten ergründet, daß die Temperatur des Waſſerſtrahls im Geyſir von unten nach oben abnehme. Unter den 40 kieſelhaltigen Sprudelquellen, welche dem Großen Geyſir und Strokkr nahe liegen, führt eine den Namen des Kleinen Geyſirs. Ihr Waſſerſtrahl erhebt ſich nur zu 20 bis 30 Fuß. Das Wort Kochbrunnen iſt dem Worte Geysir nachgebildet, das mit dem isländiſchen giosa (kochen) zuſammenhangen ſoll. Auch auf dem Hochlande von Tibet findet ſich nach dem Bericht von Csoma de Körös bei dem Alpenſee Mapham ein Geyſer, welcher 12 Fuß hoch ſpeit.

[51] (S. 248.) In 1000 Theilen findet in den Quellen von Gaſtein Trommsdorf nur 0,303; Löwig in Pfeffers 0,291; Longchamp in Lureuil nur 0,236 fixe Beſtandtheile: wenn dagegen in 1000 Theilen des gemeinen Brunnenwaſſers in Bern 0,478; im Carlsbader Sprudel 5,459; in Wiesbaden gar 7,454 gefunden werden. Studer, phyſikal. Geogr. und Geologie, 2te Ausg. 1847, Cap. I. S. 92.

[52] (S. 248.) »Les eaux chaudes qui sourdent du *granite* de la Cordillère du littoral (de Venezuela), sont *presque pures*; elles ne renferment qu'une petite quantité de *silice* en dissolution, et du gaz acide hydrosulfurique mêlé d'un peu de *gaz azote*. Leur composition est indentique avec celle qui résulterait de l'action de l'eau sur le sulfure de silicium.« (Annales de Chimie et de Phys. T. LII. 1833 p. 189.) Ueber die große Menge von Stickſtoff, die der warmen Quelle von Orenſe (68°) beigemiſcht iſt, ſ. Maria Rubio, Tratado de las Fuentes minerales de España 1853 p. 331.

[53] (S. 248.) Sartorius von Waltershauſen, Skizze von Island S. 125.

[54] (S. 249.) Der ausgezeichnete Chemiker Morechini zu Rom hatte den Sauerſtoff, welcher in der Quelle von Nocera (2100 Fuß über dem Meere liegend) enthalten iſt, zu 0,40 angegeben; Gay-Luſſac fand die Sauerſtoff-Menge (26 Sept. 1805) genau nur 0,299. In den Meteorwaſſern (Regen) hatten wir früher 0,31 Sauerſtoff gefunden. — Vergl. über das den Säuerlingen von Neris und Bourbon l'Archambault beigemiſchte Stickſtoffgas die älteren Arbeiten von Anglade und Longchamp (1834), und über Kohlenſäure-Exhalationen im allgemeinen Biſchof's vortreffliche Unterſuchungen in ſeiner chem. Geologie Bd. I. S. 243—350.

[55] (S. 249.) Bunſen in Poggendorff's Annalen Bd. 83. S. 257; Biſchof, Geologie Bd. I. S. 271.

[56] (S. 250.) Liebig und Bunſen, Unterſuchung der Aachener Schwefelquellen, in den Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 79. (1851) S. 101. In den chemiſchen Analyſen von Mineralquellen, die Schwefel-Natrium enthalten, werden oft kohlenſaures Natron und Schwefel-Waſſerſtoff aufgeführt, indem in denſelben Waſſern überſchüſſige Kohlenſäure vorhanden iſt.

[57] (S. 250.) Eine dieſer Caſcaden iſt abgebildet in meinen Vues des Cordillères Pl. XXX. Ueber die Analyſe der Waſſer des Rio Vinagre ſ. Bouſſingault in den Annales de Chimie et de Phys. 2e Série T. LII. 1833 p. 397, und eben daſelbſt Dumas, 3ème Série T. XVIII. 1846 p. 503; über die Quelle im Paramo de Ruiz Joaquin Acoſta, Viajes cientificos á los Andes ecuatoriales 1849 p. 89.

[58] (S. 251.) Die Beiſpiele veränderter Temperatur in den Thermen von Mariara und las Trincheras leiten auf die Frage: ob das Styx-Waſſer, deſſen ſo ſchwer zugängliche Quelle in dem wilden aroaniſchen Alpengebirge Arkadiens bei Nonakris, im Stadtgebiete von Pheneos, liegt, durch Veränderung in den unterirdiſchen Zuleitungs-Spalten ſeine ſchädliche Eigenſchaft eingebüßt hat? oder ob die Waſſer der Styx nur bisweilen dem Wanderer durch ihre eiſige Kälte ſchädlich geweſen ſind? Vielleicht verdanken ſie ihren, noch auf die jetzigen Bewohner Arkadiens übergegangenen, böſen Ruf nur der ſchauerlichen Wildheit und Oede der Gegend, wie der Mythe des Urſprungs aus dem Tartarus. Einem jungen kenntniß-

vollen Philologen, Theodor Schwab, ist vor wenigen Jahren gelungen, mit vieler Anstrengung bis an die Felswand vorzudringen, wo die Quelle herabträufelt: ganz wie Homer, Hesiodus und Herodot sie bezeichnen. Er hat von dem, überaus kalten und dem Geschmack nach sehr reinen, Gebirgswasser getrunken, ohne irgend eine nachtheilige Wirkung zu verspüren. (Schwab, Arkadien, seine Natur und Geschichte, 1852 S. 15—20.) Im Alterthum wurde behauptet, die Kälte der Styx-Wasser zersprenge alle Gefäße, nur den Huf des Esels nicht. Die Styx-Sagen sind gewiß uralt, aber die Nachricht von der giftigen Eigenschaft der Styx-Quelle scheint sich erst zu den Zeiten des Aristoteles recht verbreitet zu haben. Nach einem Zeugniß des Antigonus aus Carystus (Hist. Mirab. § 174) soll sie besonders umständlich in einem für uns verloren gegangenen Buche des Theophrastus enthalten gewesen sein. Die verläumderische Fabel von der Vergiftung Alexanders durch das Styx-Wasser, welches Aristoteles dem Cassander durch Antipater habe zukommen lassen, ist von Plutarch und Arrian widerlegt; von Vitruvius, Justin und Quintus Curtius, doch ohne den Stagiriten zu nennen, verbreitet worden. (Stahr, Aristotelia Th. I. 1830 S. 137—140.) Plinius (XXX, 53) sagt etwas zweideutig: magna Aristotelis infamia excogitatum. Vergl. Ernst Curtius, Peloponnesus (1851) Bd. I. S. 194—196 und 212; St. Croix, Examen crit. des anciens historiens d'Alexandre p. 496. Eine Abbildung des Styx-Falles, aus der Ferne gezeichnet, enthält Fiedler's Reise durch Griechenland Th. I. S. 400.

[59] (S. 252.) »Des gîtes métallifères très importans, les plus nombreux peut-être, paraissent s'être formés par voie de dissolution, et les filons concrétionnés n'être autre chose que d'immenses canaux plus ou moins obstrués, parcourus autrefois par des eaux thermales incrustantes. La formation d'un grand nombre de minéraux qu'on rencontre dans ces gîtes, ne suppose pas toujours des conditions ou des agens très éloignés des *causes actuelles*. Les deux élémens principaux des sources thermales les plus répandues, les sulfures et les carbonates alcalins, m'ont suffi pour reproduire artificiellement, par des moyens de synthèse très simples, 29 espèces minérales distinctes, presque toutes cristallisées, appartenant aux métaux natifs (argent, cuivre et

arsenic natifs); au quartz, au fer oligiste, au fer, nickel, zinc et manganèse carbonatés; au sulfate de baryte, à la pyrite, malachite, pyrite cuivreuse; au cuivre sulfuré, à l'argent rouge, arsenical et antimonial .... On se rapproche le plus possible des procédés de la nature, si l'on arrive à reproduire les minéraux dans leurs conditions d'association possible, au moyen des agens chimiques naturels les plus répandus, et en imitant les phénomènes que nous voyons encore se réaliser dans les foyers où la création minérale a concentré les restes de cette activité qu'elle déployait autrefois avec une toute autre énergie.« H. de Senarmont sur la formation des minéraux par la voie humide, in den Annales de Chimie et de Physique, 3ème Série T. XXXII. 1851 p. 234. (Vergl. auch Élie de Beaumont sur les émanations volcaniques et métallifères, im Bulletin de la Société géologique de France, 2de Série T. XV. p. 129.)

[60] (S. 252.) „Um die Abweichungs-Größe der mittleren Quellen-Temperatur von dem Luftmittel zu ergründen, hat Herr Dr. Eduard Hallmann an seinem früheren Wohnorte Marienberg bei Boppard am Rhein die Luftwärme, die Regenmengen und die Wärme von 7 Quellen 5 Jahre lang, vom 1 December 1845 bis 30 November 1850, beobachtet, und auf diese Beobachtungen eine neue Bearbeitung der Temperatur-Verhältnisse der Quellen gegründet. In dieser Untersuchung sind die Quellen von völlig beständiger Temperatur (die rein geologischen) ausgeschlossen. Gegenstand der Untersuchung sind dagegen alle die Quellen gewesen, die eine Veränderung ihrer Temperatur in der Jahresperiode erleiden. „Die veränderlichen Quellen zerfallen in zwei natürliche Gruppen:

1) rein meteorologische Quellen: d. h. solche, deren Mittel erweislich nicht durch die Erdwärme erhöht ist. Bei diesen Quellen ist die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel abhängig von der Vertheilung der Jahres-Regenmenge auf die 12 Monate. Diese Quellen sind im Mittel kälter als die Luft, wenn der Regen-Antheil der vier kalten Monate December bis März mehr als 33⅓ Procent beträgt; sie sind im Mittel wärmer als die Luft, wenn der Regen-Antheil der vier warmen Monate Juli bis October mehr als 33⅓ Procent beträgt. Die negative oder positive Abweichung des Quellmittels vom Luftmittel ist desto größer, je größer der Regen-Ueberschuß des genannten kalten oder warmen Jahres-

drittels ist. Diejenigen Quellen, bei welchen die Abweichung des Mittels vom Luftmittel die gesetzliche, d. h. die größte, kraft der Regen-Vertheilung des Jahres mögliche, ist, werden rein meteorologische Quellen von unentstelltem Mittel genannt; diejenigen aber, bei welchen die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel durch störende Einwirkung der Luftwärme in den regenfreien Zeiten verkleinert ist, heißen rein meteorologische Quellen von angenähertem Mittel. Die Annäherung des Mittels an das Luftmittel entsteht entweder in Folge der Fassung: besonders einer Leitung, an deren unterem Ende die Wärme der Quelle beobachtet wurde; oder sie ist die Folge eines oberflächlichen Verlaufs und der Magerkeit der Quell-Adern. In jedem der einzelnen Jahre ist die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel bei allen rein meteorologischen Quellen gleichnamig; sie ist aber bei den angenäherten Quellen kleiner als bei den unentstellten: und zwar desto kleiner, je größer die störende Einwirkung der Luftwärme ist. Von den Marienberger Quellen gehören 4 der Gruppe der rein meteorologischen an; von diesen 4 ist eine in ihrem Mittel unentstellt, die drei übrigen sind in verschiedenen Graden angenähert. Im ersten Beobachtungsjahre herrschte der Regen-Antheil des kalten Drittels vor, und alle vier Quellen waren in ihrem Mittel kälter als die Luft. In den folgenden vier Beobachtungsjahren herrschte der Regen-Antheil des warmen Drittels vor, und in jedem derselben waren alle vier Quellen in ihrem Mittel wärmer als die Luft; und zwar war die positive Abweichung des Quellmittels vom Luftmittel desto größer, je größer in einem der vier Jahre der Regen-Ueberschuß des warmen Drittels war."

„Die von Leopold von Buch im Jahre 1825 aufgestellte Ansicht, daß die Abweichungs-Größe des Quellmittels vom Luftmittel von der Regen-Vertheilung in der Jahresperiode abhangen müsse, ist durch Hallmann wenigstens für seinen Beobachtungsort Marienberg, im rheinischen Grauwacken-Gebirge, als vollständig richtig erwiesen worden. Nur die rein meteorologischen Quellen von unentstelltem Mittel haben Werth für die wissenschaftliche Climatologie; diese Quellen werden überall aufzusuchen, und einerseits von den rein meteorologischen mit angenähertem Mittel, andrerseits von den meteorologisch-geologischen Quellen zu unterscheiden sein.

2) Meteorologisch-geologische Quellen: d. h. solche, deren

Mittel erweislich durch die Erdwärme erhöht ist. Diese Quellen sind Jahr aus Jahr ein, die Regen-Vertheilung mag sein, wie sie wolle, in ihrem Mittel wärmer als die Luft (die Wärme-Veränderungen, welche sie im Laufe des Jahres zeigen, werden ihnen durch den Boden, durch den sie fließen, mitgetheilt). Die Größe, um welche das Mittel einer meteorologisch-geologischen Quelle das Luftmittel übertrifft, hängt von der Tiefe ab, bis zu welcher die Meteorwasser in das beständig temperirte Erd-Innere hinabgesunken sind, ehe sie als Quelle wieder zum Vorschein kommen; diese Größe hat folglich gar kein climatologisches Interesse. Der Climatologe muß aber diese Quellen kennen, damit er sie nicht fälschlich für rein meteorologische nehme. Auch die meteorologisch-geologischen Quellen können durch eine Fassung oder Leitung dem Luftmittel angenähert sein. — Die Quellen wurden an bestimmten, festen Tagen beobachtet, monatlich 4- bis 5mal. Die Meereshöhe, sowohl des Beobachtungsortes der Luftwärme, als die der einzelnen Quellen, ist sorgfältig berücksichtigt worden."

Dr. Hallmann hat nach Beendigung der Bearbeitung seiner Marienberger Beobachtungen den Winter von 1852 bis 1853 in Italien zugebracht, und in den Apenninen neben gewöhnlichen Quellen auch abnorm kalte gefunden. So nennt er „diejenigen Quellen, welche erweislich Kälte aus der Höhe herabbringen. Diese Quellen sind für unterirdische Abflüsse hoch gelegener offener Seen oder unterirdischer Wasser-Ansammlungen zu halten, aus denen das Wasser in Masse sehr rasch in Spalten und Klüften herabstürzt, um am Fuße des Berges oder Gebirgszuges als Quelle hervorzubrechen. Der Begriff der abnorm kalten Quellen ist also dieser: sie sind für die Höhe, in welcher sie hervorkommen, zu kalt; oder, was das Sachverhältniß besser bezeichnet: sie kommen für ihre niedrige Temperatur an einer zu tiefen Stelle des Gebirges hervor." Diese Ansichten, welche in dem 1ten Bande von Hallmann's „Temperaturverhältnissen der Quellen" entwickelt sind, hat der Verfasser im 2ten Bande S. 181—183 modificirt: weil in jeder meteorologischen Quelle, möge sie auch noch so oberflächlich sein, ein Antheil der Erdwärme enthalten ist.

[61] (S. 253.) Humboldt, Asie centr. T. II. p. 58. Ueber die Gründe, welche es mehr als wahrscheinlich machen, daß der Caucasus, der zu $\frac{5}{7}$ seiner Länge zwischen dem Kasbegk und Elburuz OSO—WNW im mittleren Parallel von 42° 50′ streicht,

die Fortsetzung der vulkanischen Spalte des Asferah (Aktagh) und Thian-schan sei; s. a. a. O. p. 54—61. Beide, Asferah und Thian-schan, oscilliren zwischen den Parallelen von 40°⅔ und 43°. Die große aralo-caspische Senkung, deren Flächeninhalt durch Struve nach genauen Messungen das Areal von ganz Frankreich um fast 1680 geographische Quadratmeilen übersteigt (a. a. O. p. 309—312), halte ich für älter als die Hebungen des Altai und Thian-schan. Die Hebungsspalte der letztgenannten Gebirgskette hat sich durch die große Niederung nicht fortgepflanzt. Erst westlich von dem caspischen Meere findet man sie wieder, mit einiger Abänderung in der Richtung, als Caucasus-Kette: aber mit allen trachytischen und vulkanischen Erscheinungen. Dieser geognostische Zusammenhang ist auch von Abich anerkannt und durch wichtige Beobachtungen bestätigt worden. In einem Aufsatze über den Zusammenhang des Thian-schan mit dem Caucasus, welchen ich von diesem großen Geognosten besitze, heißt es ausdrücklich: „Die Häufigkeit und das entscheidende Vorherrschen eines über das ganze Gebiet (zwischen dem Pontus und caspischen Meere) verbreiteten Systems von parallelen Dislocations- und Erhebungs-Linien (nahe von Ost in West) führt die mittlere Achsenrichtung der großen latitudinalen central-asiatischen Massen-Erhebungen auf das bestimmteste westlich vom Kospurt- und Bolor-Systeme zum caucasischen Isthmus hinüber. Die mittlere Streichungs-Richtung des Caucasus SO—NW ist in dem centralen Theile des Gebirges OSO—WNW, ja bisweilen völlig O—W wie der Thian-schan. Die Erhebungs-Linien, welche den Ararat mit den trachytischen Gebirgen Dzerlydagh und Kargabassar bei Erzerum verbinden, und in deren südlicher Parallele der Argäus, Sepandagh und Sabalan sich an einander reihen; sind die entschiedensten Ausdrücke einer mittleren vulkanischen Achsenrichtung, d. h. des durch den Caucasus westlich verlängerten Thian-schan. Viele andere Gebirgsrichtungen von Central-Asien kehren aber auch auf diesem merkwürdigen Raume wieder, und stehen, wie überall, in Wechselwirkung zu einander, so daß sie mächtige Bergknoten und Maxima der Berg-Anschwellung bilden." — Plinius (VI, 17) sagt: Persae appellavere Caucasum montem Graucasim (var. Graucasum, Groucasim, Grocasum), hoc est nive candidum; worin Bohlen die Sanskritwörter

kás glänzen und gravan Fels zu erkennen glaubte. (Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 109.) Wenn etwa der Name Graucasus in Caucasus verſtümmelt wurde, ſo konnte allerdings, wie Klauſen in ſeinen Unterſuchungen über die Wanderungen der Jo ſagt (Rheiniſches Muſeum für Philologie Jahrg. III. 1845 S. 298), ein Name, „in welchem jede ſeiner erſten Sylben den Griechen den Gedanken des Brennens erregte, einen Brandberg bezeichnen, an den ſich die Geſchichte des Feuerbrenners (Feuerzünders, πυρκαεύς) leicht poetiſch wie von ſelbſt anknüpfte.“ Es iſt nicht zu läugnen, daß Mythen bisweilen durch Namen veranlaßt werden; aber die Entſtehung eines ſo großen und wichtigen Mythos, wie der typhoniſch-caucaſiſche, kann doch wohl nicht aus der zufälligen Klangähnlichkeit in einem mißverſtandenen Gebirgsnamen herzuleiten ſein. Es giebt beſſere Argumente, deren auch Klauſen eines erwähnt. Aus der ſachlichen Zuſammenſtellung von Typhon und Caucaſus, und durch das ausdrückliche Zeugniß des Pherecydes von Syros (zur Zeit der 58ten Olympiade) erhellt, daß das öſtliche Weltende für ein vulkaniſches Gebirge galt. Nach einer der Scholien zum Apollonius (Scholia in Apoll. Rhod. ed. Schaefferi 1813 v. 1210 p. 524) ſagt Pherecydes in der Theogonie: „daß Typhon, verfolgt, zum Caucaſus floh und daß dort der Berg brannte (oder in Brand gerieth); daß Typhon von da nach Italien flüchtete, wo die Inſel Pithecuſa um ihn herumgeworfen (gleichſam herumgegoſſen) wurde.“ Die Inſel Pithecuſa iſt aber die Inſel Aenaria (jetzt Iſchia), auf welcher der Epomeus (Epopon) nach Julius Obſequens 95 Jahre vor unſrer Zeitrechnung, dann unter Titus, unter Diocletian und zuletzt, nach der genauen Nachricht des Tolomeo Fiadoni von Lucca, zu derſelben Zeit Priors von Santa Maria Novella, im Jahr 1302 Feuer und Laven auswarf. „Es iſt ſeltſam“, ſchreibt mir der tiefe Kenner des Alterthums, Böckh, „daß Pherecydes den Typhon vom Caucaſus fliehen läßt, weil er brannte, da er ſelbſt der Urheber der Erdbrände iſt; daß aber ſein Aufenthalt im Caucaſus auf der Vorſtellung vulkaniſcher Eruptionen daſelbſt beruht, ſcheint auch mir unläugbar.“ Apollonius der Rhodier, wo er (Apollon. Rhod. Argon. lib. II v. 1212—1217 ed. Beck) von der Geburt des colchiſchen Drachen ſpricht, verſetzt ebenfalls in den Caucaſus den Fels des Typhon, an welchem dieſer von dem Blitze des

Kroniden Zeus getroffen wurde. — Mögen immer die Lavaſtröme und Kraterſeen des Hochlandes Kely, die Eruptionen des Ararat und Elburuz, oder die Obſidian- und Bimsſtein-Ströme aus den alten Kratern des Riotandagh in eine vor-hiſtoriſche Zeit fallen; ſo können doch die vielen hundert Flammen, welche noch heute im Caucaſus auf Bergen von ſieben- bis achttauſend Fuß Höhe wie auf weiten Ebenen in Erdſpalten ausbrechen, Grund genug geweſen ſein, um das ganze caucaſiſche Gebirgsland für einen typhoniſchen Sitz des Feuers zu halten.

[62] (S. 255.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 511 und 513. Ich habe ſchon darauf aufmerkſam gemacht (T. II. p. 201), daß Edriſi der Feuer von Baku nicht erwähnt: da ſie doch ſchon 200 Jahre früher, im 10ten Jahrhundert, Maſſudi Cothbeddin weitläuftig als ein Nefala-Land beſchreibt, d. h. reich an brennenden Naphtha-Brunnen. (Vergl. Frähn, Ibn Fozlan p. 245, und über die Etymologie des mediſchen Wortes Naphtha Asiat. Journal Vol. XIII. p. 124.)

[63] (S. 256.) Vergl. Moritz von Engelhardt und Fried. Parrot, Reiſe in die Krym und den Kaukaſus 1815 Th. I. S. 71 mit Göbel, Reiſe in die Steppen des ſüdlichen Rußlands 1838 Th. I. S. 249—253, Th. II. S. 138—144.

[64] (S. 256.) Payen de l'Acide borique des Suffioni de la Toscane, in den Annales de Chimie et de Physique, 3ème Série T. I. 1841 p. 247—255; Biſchof, chem. und phyſik. Geologie Bd. I. S. 669—691; Établissements industriels de l'acide boracique en Toscane par le Comte de Larderel p. 8.

[65] (S. 256.) Sir Roderick Impey Murchiſon on the vents of hot Vapour in Tuscany 1850 p. 7. (Vergl. auch die früheren geognoſtiſchen Beobachtungen von Hoffmann in Karſten's und Dechen's Archiv für Mineral. Bd. XIII. 1839 S. 19.) Targioni Tozzetti behauptet nach älteren, aber glaubwürdigen Traditionen, daß einige dieſer den Ausbruchsort immerdar verändernden Borſäure-Quellen einſt bei Nacht ſeien leuchtend (entzündet) geſehen worden. Um das geognoſtiſche Intereſſe für die Betrachtungen von Murchiſon und Pareto über die vulkaniſchen Beziehungen der Serpentin-Formation in Italien zu erhöhen, erinnere ich hier daran, daß die ſeit mehreren tauſend Jahren

brennende Flamme der kleinaſiatiſchen Chimära (bei der Stadt Deliktaſch, dem alten Phaſelis, in Lycien, an der Weſtküſte des Golfs von Adalia) ebenfalls aus einem Hügel am Abhange des Solimandagh aufſteigt, in welchem man anſtehenden Serpentin und Blöcke von Kalkſtein gefunden hat. Etwas ſüdlicher, auf der kleinen Inſel Grambuſa, ſieht man den Kalkſtein auf dunkelfarbigen Serpentin aufgelagert. S. die inhaltreiche Schrift des Admiral Beaufort, Survey of the coasts of Karamania 1818 p. 40 und 48: deren Angaben durch die ſo eben (Mai 1854) von einem ſehr begabten Künſtler, Albrecht Berg, heimgebrachten Gebirgsarten vollkommen beſtätigt werden. (Pierre de Tchihatcheff, Asie mineure 1853 T. I. p. 407.)

[66] (S. 257.) Biſchof a. a. O. S. 682.

[67] (S. 257.) Sartorius von Waltershauſen, phyſiſch-geographiſche Skizze von Island 1847 S. 123; Bunſen „über die Proceſſe der vulkaniſchen Geſteinsbildungen Islands" in Poggend. Annalen Bd. 83. S. 257.

[68] (S. 257.) Waltershauſen a. a. O. S. 118.

[69] (S. 259.) Humboldt et Gay-Lussac, Mém. sur l'analyse de l'air atmosphérique im Journal de Physique, par Lamétherie T. LX. an 13 p. 151 (vergl. meine Kleineren Schriften Bd. I. S. 346).

[70] (S. 259.) »C'est avec émotion que je viens de visiter un lieu que vous avez fait connaître il y a cinquante ans. L'aspect des petits Volcans de Turbaco est tel que vous l'avez décrit: c'est le même luxe de la végétation, le même nombre et la même forme des cônes d'argile, la même éjection de matière liquide et boueuse; rien n'est changé, si ce n'est la nature du gaz qui se dégage. J'avais avec moi, d'après les conseils de notre ami commun, Mr. Boussingault, tout ce qu'il fallait pour l'analyse chimique des émanations gazeuses, même pour faire un mélange frigorifique dans le but de condenser la vapeur d'eau, puisqu'on m'avait exprimé le doute, qu'avec cette vapeur on avait pu confondre l'azote. Mais cet appareil n'a été aucunement nécessaire. Dès mon arrivée aux *Volcancitos* l'odeur prononcée de bitume m'a mis sur la voie, et j'ai commencé par allumer le gaz sur l'orifice même de chaque petit cratère. On aperçoit même aujourd'hui à la surface du liquide qui s'élève

par intermittence, une mince pellicule de pétrole. Le gaz recueilli *brûle tout entier*, sans résidu d'azote (?) et sans déposer du *soufre* (au contact de l'atmosphère). Ainsi la *nature du phénomène a complètement changé depuis votre voyage, à moins d'admettre une erreur d'observation*, justifiée par l'état moins avancé de la chimie expérimentale à cette époque. Je ne doute plus maintenant que la grande éruption de *Galera Zamba*, qui a éclairé le pays dans un rayon de cent kilomètres, ne soit un *phénomène de Salses*, développé sur une grande échelle, puisqu'il y existe des centaines de petits cônes, vomissant de l'argile salée, sur une surface de plus de 400 lieues carrées. — Je me propose d'examiner les produits gazeux des cônes de Tubarà, qui sont les Salses les plus éloignées de vos *Volcancitos* de Turbaco. D'après les manifestations si puissantes qui ont fait disparaître une partie de la péninsule de Galera Zamba, devenue une île, et après l'apparition d'une nouvelle île, soulevée du fond de la mer voisine en 1848 et disparue de nouveau, je suis porté à croire que c'est près de Galera Zamba, à l'ouest du Delta du Rio Magdalena, que se trouve le principal foyer du phénomène des Salses de la Province de Carthagène.« (Aus einem Briefe des Obersten Acosta an A. v. H., Turbaco d. 21 Dec. 1850.) — Vergl. auch Mosquera, Memoria politica sobre la Nueva Granada 1852 p. 73; und Lionel Gisborne, the Isthmus of Darien p. 48.

[71] (S. 260.) Ich habe auf meiner ganzen amerikanischen Expedition streng den Rath Vauquelin's befolgt, unter dem ich einige Zeit vor meinen Reisen gearbeitet: das Detail jedes Versuchs an demselben Tage niederzuschreiben, und aufzubewahren. Aus meinen Tagebüchern vom 17 und 18 April 1801 schreibe ich hier folgendes ab: „Da demnach das Gas nach Versuchen mit Phosphor und nitrösem Gas kaum 0,01 Sauerstoff, mit Kalkwasser nicht 0,02 Kohlensäure zeigte; so frage ich mich, was die übrigen 97 Hundertheile sind. Ich vermuthete zuerst, Kohlen- und Schwefel-Wasserstoff; aber im Contact mit der Atmosphäre setzt sich an die kleinen Kraterränder kein Schwefel ab, auch war kein Geruch von geschwefeltem Wasserstoffgas zu spüren. Der problematische Theil könnte scheinen reiner Stickstoff zu sein, da, wie oben erwähnt, eine brennende Kerze nichts entzündete; aber ich weiß aus der

Zeit meiner Analyſen der Grubenwetter, daß ein von aller Kohlenſäure freies, leichtes Waſſerſtoffgas, welches bloß an der Firſte eines Stollens ſtand, ſich auch nicht entzündete, ſondern das Grubenlicht verlöſchte: während letzteres an tiefen Punkten hell brannte, wo die Luft beträchtlich mit Stickgas gemengt war. Der Rückſtand von dem Gas der Volcancitos iſt alſo wohl Stickgas mit einem Antheil von Waſſerſtoffgas zu nennen: einem Antheil, den wir bis jetzt nicht quantitativ anzugeben wiſſen. Sollte unter den Volcancitos derſelbe Kohlenſchiefer liegen, den ich weſtlicher am Rio Sinu geſehen, oder Mergel und Alaunerde? Sollte atmoſphäriſche Luft in, durch Waſſer gebildete Höhlungen auf engen Klüften eindringen und ſich im Contact mit ſchwarzgrauem Letten zerſetzen, wie in den Sinkwerken im Salzthon von Hallein und Berchtholdsgaden, wo die Weitungen ſich mit lichtverlöſchenden Gaſen füllen? oder verhindern die geſpannt, elaſtiſch ausſtrömenden Gas-Arten das Eindringen der atmoſphäriſchen Luft?" Dieſe Fragen ſchrieb ich nieder in Turbaco vor 53 Jahren. Nach den neueſten Beobachtungen von Herrn Vauvert de Méan (1854) hat ſich die Entzündlichkeit der ausſtrömenden Luftart vollkommen erhalten. Der Reiſende hat Proben des Waſſers mitgebracht, welches die kleine Krater-Oeffnung der Volcancitos erfüllt. In demſelben hat Bouſſingault Kochſalz 6gr,59 auf ein Litre; kohlenſaures Natron 0,31; ſchwefelſaures Natron 0,20; auch Spuren von borſaurem Natron und Jod gefunden. In dem niedergefallenen Schlamme erkannte Ehrenberg in genauer microſcopiſcher Unterſuchung keine Kalktheile, nichts Verſchlacktes; aber Quarzkörner, mit Glimmer-Blättchen gemengt, und viele kleine Kryſtall-Prismen ſchwarzen Augits, wie er oft in vulkaniſchem Tuff vorkommt: keine Spur von Spongiolithen oder polygaſtriſchen Infuſorien, nichts, was die Nähe des Meeres andeutete; dagegen aber viele Reſte von Dicotyledonen, von Gräſern und Sporangien der Lichenen, an die Beſtandtheile der Moya von Pelileo erinnernd. Während Ch. Sainte-Claire Deville und Georg Bornemann in ihren ſchönen Analyſen der Macalube di Terrapilata in dem ausgeſtoßenen Gas 0,99 gekohltes Waſſerſtoffgas fanden; gab ihnen das Gas, welches in der Agua Santa di Limosina bei Catanea aufſteigt, wie einſt Turbaco, 0,98 Stickgas, ohne Spur von Sauerſtoff. (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. 43. 1856 p. 361 und 366.)

[74] (S. 261.) Humboldt, Vues des Cordillères et

Monumens des peuples indigènes de l'Amérique Pl. XLI p. 239. Die ſchöne Zeichnung der Volcancitos de Turbaco, nach welcher die Kupfertafel geſtochen wurde, iſt von der Hand meines damaligen jungen Reiſegefährten, Louis de Rieux. — Ueber das alte Taruaco in der erſten Zeit der ſpaniſchen Conquista ſ. Herrera, Dec. I. p. 251.

[73] (S. 262.) Lettre de Mr. Joaquin Acosta à Mr. Élie de Beaumont in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXIX. 1849 p. 530—534.

[74] (S. 263.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 519 bis 540: meiſt nach Auszügen aus chineſiſchen Werken von Klaproth und Stanislas Julien. Das alte chineſiſche Seilbohren, welches in den Jahren 1830 bis 1842 mehrfach und bisweilen mit Vortheil in Steinkohlen-Gruben in Belgien und Deutſchland angewandt worden iſt, war (wie Jobard aufgefunden) ſchon im 17ten Jahrhundert in der Relation de l'Ambassadeur hollandais van Hoorn beſchrieben worden; aber die genaueſte Nachricht von dieſer Bohr-Methode der Feuerbrunnen (Ho-tsing) hat der franzöſiſche Miſſionar Imbert gegeben, der ſo viele Jahre in Kia-ting-fu reſidirt hat (ſ. Annales de l'Association de la Propagation de la Foy 1829 p. 369—381).

[75] (S. 264.) Nach Diard, Asie centr. T. II. p. 515. Außer den Schlamm-Vulkanen bei Damal und Surabaya giebt es auf anderen Inſeln des indiſchen Archipels noch die Schlamm-Vulkane von Pulu-Semao, Pulu-Kambing und Pulu-Noti; ſ. Junghuhn, Java, ſeine Geſtalt und Pflanzendecke, 1852 Abth. III. S. 830.

[76] (S. 264.) Junghuhn a. a. O. Abth. I. S. 201, Abth. III. S. 854—858. Die ſchwächeren Hundsgrotten auf Java ſind Gua-Upas und Gua-Galan (das erſtere Wort iſt das Sanskritwort guhâ Höhle). Da es wohl keinem Zweifel unterworfen ſein kann, daß die Grotta del Cane in der Nähe des Lago di Agnano dieſelbe iſt, welche Plinius (II cap. 93) vor faſt 18 Jahrhunderten »in agro Puteolano« als »Charonea scrobis mortiferum spiritum exhalans« beſchrieben hat; ſo muß man allerdings mit Scacchi (Memorie geol. sulla Campania 1849 p. 48) verwundert ſein, daß in einem von dem Erdbeben ſo oft bewegten, lockeren Boden ein ſo kleinliches Phänomen (die Zuleitung einer geringen Menge von kohlenſaurem Gas) hat unverändert und ungeſtört bleiben können.

[77] (S. 264.) Blume, Rumphia sive Commentationes botanicae T. I. (1835) p. 47—59.

[78] (S. 265.) Humboldt, Essai géognostique sur le gisement des Roches dans les deux Hémisphères 1823 p. 76; Bouffingault in den Annales de Chimie et de Physique T. LII. 1833 p. 11.

[79] (S. 266.) S. über die Höhe von Alauſi (bei Tiefan) am Cerro Cuello das Nivellement barométr. No. 206 in meinen Observ. astron. Vol. I. p. 311.

[80] (S. 266.) »L'existence d'une *source de naphte*, sortant au fond de la mer d'un micaschiste grenatifère, et répandant, selon l'expression d'un historien de la *Conquista*, Oviedo, une »liqueur résineuse, aromatique et médicinale«; est un fait extrêmement remarquable. Toutes celles que l'on connaît jusqu'ici, appartiennent aux montagnes secondaires; et ce mode de gisement semblait favoriser l'idée que tous les bitumes minéraux (Hatchett dans les *Transact. of the Linnaean Society* 1798 p. 129) étaient dus à la destruction des matières végétales et animales ou à l'embrasement des houilles. Le phénomène du Golfe de Cariaco acquiert une nouvelle importance, si l'on se rappelle que le même terrain dit primitif renferme des feux souterrains, qu'au bord des cratères enflammés l'*odeur de pétrole* se fait sentir de tems en tems (p. e. dans l'éruption du Vésuve 1805, lorsque le Volcan lançait des scories), et que la plupart des sources très chaudes de l'Amérique du Sud sortent du granite (las Trincheras près de Portocabello), du gneis et du schiste micacé. — Plus à l'est du méridien de Cumana, en descendant de la Sierra de Meapire, on rencontre d'abord le terrain creux (*tierra hueca*) qui, pendant les grands tremblemens de terre de 1766 a jeté de l'asphalte enveloppé dans du pétrole visqueux; et puis au-delà de ce terrain une infinité de sources chaudes hydrosulfureuses.« (Humboldt, Relat. hist. du Voyage aux Régions équin. T. I. p. 136, 344, 347 und 447.)

[81] (S. 269.) Kosmos Bd. I. S. 244.

[82] (S. 270.) Strabo I pag. 58 Casaub. Das Beiwort διάπυρος beweiſt, daß hier nicht von Schlamm-Vulkanen die Rede iſt. Wo auf dieſe Plato in ſeinen geognoſtiſchen Phantaſien anſpielt, Mythiſches mit Beobachtetem vermiſchend, ſagt er beſtimmt

(im Gegenſatz der Erſcheinung, welche Strabo beſchreibt) ὑγροῦ πηλοῦ ποταμοί. Ueber die Benennungen πηλός und ῥύαξ als vulkaniſche Ergießungen habe ich ſchon bei einer früheren Gelegenheit (Kosmos Bd. I. S. 450—452 Anm. 95) gehandelt; und erinnere hier nur noch an eine andere Stelle des Strabo (VI p. 269), in der die ſich erhärtende Lava, πηλὸς μέλας genannt, auf das deutlichſte charakteriſirt iſt. In der Beſchreibung des Aetna heißt es: „Der in Verhärtung übergehende Glühſtrom (ῥύαξ) verſteinert die Erdoberfläche auf eine beträchtliche Tiefe, ſo daß, wer ſie aufdecken will, eine Steinbruch-Arbeit unternehmen muß. Denn da in den Krateren das Geſtein geſchmolzen und ſodann emporgehoben wird, ſo iſt die dem Gipfel entſtrömende Flüſſigkeit eine ſchwarze, den Berg herabfließende Kothmaſſe (πηλός), welche, nachher verhärtend, zum Mühlſtein wird, und dieſelbe Farbe behält, die ſie früher hatte."

[53] (S. 270.) Kosmos Bd. I. S. 452 (Anm. 98).

[54] (S. 271.) Leop. von Buch über baſaltiſche Inſeln und Erhebungskrater in den Abhandl. der Kön. Akademie der Wiſſ. zu Berlin auf das J. 1818 und 1819 S. 51; deſſelben phyſicaliſche Beſchreibung der canariſchen Inſeln 1825 S. 213, 262, 284, 313, 323 und 341. Dieſe, für die gründliche Kenntniß vulkaniſcher Erſcheinungen Epoche machende Schrift iſt die Frucht der Reiſe nach Madera und Teneriffa von Anfang April bis Ende October 1815; aber Naumann erinnert mit vielem Rechte in ſeinem Lehrbuch der Geognoſie, daß ſchon in den von Leopold von Buch 1802 aus der Auvergne geſchriebenen Briefen (geognoſtiſche Beob. auf Reiſen durch Deutſchland und Italien Bd. II. S. 282) bei Gelegenheit der Beſchreibung des Mont d'Or die Theorie der Erhebungs-Krater und ihr weſentlicher Unterſchied von den eigentlichen Vulkanen ausgeſprochen wurde. Ein lehrreiches Gegenſtück zu den 3 Erhebungs-Krateren der canariſchen Inſeln (auf Gran Canaria, Teneriffa und Palma) liefern die Azoren. Die vortrefflichen Karten des Capitän Vidal, deren Bekanntmachung wir der engliſchen Admiralität verdanken, erläutern die wunderſame geognoſtiſche Conſtruction dieſer Inſeln. Auf S. Miguel liegt die ungeheuer große, im J. 1444 faſt unter Cabral's Augen gebildete Caldeira das sete Cidades: ein Erhebungs-Krater, welcher 2 Seen, die Lagoa grande

und die Lagoa azul, in 812 F. Höhe einſchließt. An Umfang iſt faſt gleich groß die Caldeira de Corvo, deren trockner Theil des Bodens 1200 F. Höhe hat. Faſt dreimal höher liegen die Erhebungs-Kratere von Fayal und Terceira. Zu derſelben Art der Ausbruch-Erſcheinungen gehören die zahlloſen, aber vergänglichen Gerüſte, welche 1691 in dem Meere um die Inſel S. Jorge und 1757 um die Inſel S. Miguel nur auf Tage ſichtbar wurden. Das periodiſche Anſchwellen des Meeresgrundes kaum eine geographiſche Meile weſtlich von der Caldeira das sete Cidades, eine größere und etwas länger dauernde Inſel (Sabrina) erzeugend, iſt bereits früher erwähnt (Kosmos Bd. I. S. 252). Ueber den Erhebungs-Krater der Aſtruni in den phlegräiſchen Feldern und die in ſeinem Centrum emporgetriebene Trachytmaſſe als ungeöffneten glockenförmigen Hügel ſ. Leop. von Buch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 171 und 182. Ein ſchöner Erhebungs-Krater iſt Rocca Monfina: gemeſſen und abgebildet in Abich, geol. Beob. über die vulkan. Erſcheinungen in Unter- und Mittel-Italien 1841 Bd. I. S. 113 Tafel II.

[85] (S. 272.) Sartorius von Waltershauſen, phyſiſch-geographiſche Skizze von Island 1847 S. 107.

[86] (S. 274.) Es iſt viel geſtritten worden, an welche beſtimmte Localität der Ebene von Trözen oder der Halbinſel Methana ſich die Beſchreibung des römiſchen Dichters anknüpfen laſſe. Mein Freund, der große, durch viele Reiſen begünſtigte, griechiſche Alterthumsforſcher und Chorograph, Ludwig Roß, glaubt, daß die nächſte Umgegend von Trözen keine Oertlichkeit darbietet, die man auf den blaſenförmigen Hügel deuten könne, und daß, in poetiſcher Freiheit, Ovid das mit Naturwahrheit geſchilderte Phänomen auf die Ebene verlegt habe. „Südwärts von der Halbinſel Methana und oſtwärts von der trözeniſchen Ebene", ſchreibt Roß, „liegt die Inſel Kalauria, bekannt als der Ort, wo Demoſthenes, von den Macedoniern gedrängt, im Tempel des Poſeidon das Gift nahm. Ein ſchmaler Meeresarm ſcheidet das Kalkgebirge Kalauria's von der Küſte: von welchem Meeresarm (Durchfahrt, πόρος) Stadt und Inſel ihren heutigen Namen haben. In der Mitte des Sundes liegt, durch einen niedrigen, vielleicht urſprünglich künſtlichen Damm mit Kalauria verbunden, ein kleines coniſches Eiland, in ſeiner Geſtalt einem der Länge nach durchgeſchnittenen Ei zu

vergleichen. Es ist durchaus vulkanisch, und besteht aus graugelbem und gelbröthlichem Trachyt, mit Lava-Ausbrüchen und Schlacken gemengt, fast ganz ohne Vegetation. Auf diesem Eilande steht die heutige Stadt Poros, an der Stelle der alten Kalauria. Die Bildung des Eilandes ist der der jüngeren vulkanischen Inseln im Busen von Thera (Santorin) ganz ähnlich. Ovidius ist in seiner begeisterten Schilderung wahrscheinlich einem griechischen Vorbilde oder einer alten Sage gefolgt." (Ludw. Roß in einem Briefe an mich vom November 1845.) Virlet hatte als Mitglied der französischen wissenschaftlichen Expedition die Meinung aufgestellt, daß jene vulkanische Erhebung nur ein spaterer Zuwachs der Trachytmasse der Halbinsel Methana gewesen sei. Dieser Zuwachs finde sich in dem Nordwest-Ende der Halbinsel, wo das schwarze verbrannte Gestein, Kammeni-petra genannt, den Kammeni bei Santorin ähnlich, einen jüngeren Ursprung verrathe. Pausanias theilt die Sage der Einwohner von Methana mit: daß an der Nordküste, ehe die, noch jetzt berühmten Schwefel-Thermen ausbrachen, Feuer aus der Erde aufgestiegen sei. (S. Curtius, Peloponnesos Bd. I. S. 42 und 56.) Ueber den „unbeschreiblichen Wohlgeruch", welcher bei Santorin (Sept. 1650) auf den stinkenden Schwefelgeruch folgte, s. Roß, Reisen auf den griech. Inseln des ägäischen Meeres Bd. I. S. 196. Ueber den Naphtha-Geruch in den Dämpfen der Lava der 1796 erschienenen aleutischen Insel Umnack s. Kotzebues Entdeckungs-Reise Bd. II. S. 106 und Léop. de Buch, Description phys. des Iles Canaries p. 458.

[87] (S. 274.) Der höchste Gipfel der Pyrenäen, d. i. der Pic de Nethou (der östliche und höhere Gipfel der Maladetta- oder Malahita-Gruppe), ist zweimal trigonometrisch gemessen worden; und hat nach Reboul 10737 Fuß (3481 ᵐ), nach Coraboeuf 10478 Fuß (3404 ᵐ). Er ist also an 1600 F. niedriger als der Mont Pelvoux in den französischen Alpen bei Briançon. Dem Pic de Nethou sind in den Pyrenäen am nächsten an Höhe der Pic Posets oder Erist, und aus der Gruppe des Marboré der Montperdu und der Cylindre.

[88] (S. 274.) Mémoire pour servir à la Description géologique de la France T. II. p. 339. Vergl. über Valleys of elevation und encircling Ridges in der silurischen Formation die vortrefflichen Schilderungen von Sir Roderick Murchison in the Silurian System P. I. p. 427—442.

[89] (S. 275.) Bravais und Martins, Observ. faites au Sommet et au Grand Plateau du Mont-Blanc, im Annuaire météorol. de la France pour 1850 p. 131.

[90] (S. 275.) Kosmos Bd. IV. S. 221. Ich habe die Eifeler Vulkane zweimal, bei sehr verschiedenen Zuständen der Entwickelung der Geognosie: im Herbste 1794 und im August 1845, besucht: das erste Mal in der Umgegend des Laacher Sees und der, damals dort noch von Geistlichen bewohnten Abtei; das zweite Mal in der Umgegend von Bertrich, dem Mosenberge und den nahen Maaren: immer nur auf wenige Tage. Da ich bei der letzten Excursion das Glück genoß meinen innigen Freund, den Berghauptmann von Dechen, begleiten zu können; so habe ich, durch einen vieljährigen Briefwechsel und durch Mittheilung wichtiger handschriftlicher Aufsätze, die Beobachtungen dieses scharfsinnigen Geognosten frei benutzen dürfen. Oft habe ich, wie es meine Art ist, durch Anführungszeichen das unterschieden, was ich wörtlich dem Mitgetheilten entlehnte.

[91] (S. 276.) H. von Dechen, geogn. Uebersicht der Umgegend von Bad Bertrich 1847 S. 11 — 51.

[92] (S. 276.) Stengel in Nöggerath, das Gebirge von Rheinland und Westphalen Bd. I. S. 79 Tafel III. Vergl. auch die vortrefflichen, die Eifel und das Neuwieder Becken umfassenden Erläuterungen C. von Oeynhausen's zu seiner geogn. Karte des Laacher Sees 1847 S. 34, 39 und 42. Ueber die Maare s. Steininger, geognostische Beschreibung der Eifel 1853 S. 113. Seine früheste verdienstliche Arbeit, „die erloschenen Vulkane in der Eifel und am Nieder-Rhein", ist von 1820.

[93] (S. 279.) Der Leucit (gleichartig vom Vesuv, von Rocca di Papa im Albaner Gebirge, von Viterbo, von der Rocca Monfina: nach Pilla bisweilen von mehr als 3 Zoll Durchmesser, und aus dem Dolerit des Kaiserstuhls im Breisgau) findet sich auch „anstehend als Leucit-Gestein in der Eifel am Burgberge bei Rieden. Der Tuff schließt in der Eifel große Blöcke von Leucitophyr ein bei Boll und Weibern." — Ich kann der Versuchung nicht widerstehen, einem von Mitscherlich vor wenigen Wochen in der Berliner Akademie gehaltenen, chemisch-geognostischen Vortrage folgende wichtige Bemerkung aus einer Handschrift zu entnehmen: „Nur

Waſſerdämpfe können die Auswürfe der Eifel bewirkt haben; ſie würden aber den Olivin und Augit zu den feinſten Tropfen zertheilt und zerſtäubt haben, wenn ſie dieſe noch flüſſig getroffen hätten. Der Grundmaſſe in den Auswürflingen ſind auf's innigſte, z. B. am Dreifer Weiher, Bruchſtücke des zertrümmerten alten Gebirges eingemengt, welche häufig zuſammengeſintert ſind. Die großen Olivin- und die Augitmaſſen finden ſich ſogar in der Regel mit einer dicken Kruſte dieſes Gemenges umgeben; nie kommt im Olivin oder Augit ein Bruchſtück des älteren Gebirges vor: beide waren alſo ſchon fertig gebildet, ehe ſie an die Stelle gelangten, wo die Zertrümmerung ſtatt fand. Olivin und Augit hatten ſich alſo aus der flüſſigen Baſaltmaſſe ſchon ausgeſondert, ehe dieſe eine Waſſer-Anſammlung oder eine Quelle traf, die das Herauswerfen bewirkte." Vergl. über die Bomben auch einen älteren Aufſatz von Leonhard Horner in den Transactions of the Geological Soc. 2d Ser. Vol. IV. Part 2. 1836 p. 467.

[94] (S. 279.) Leop. von Buch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 179. Nach Scacchi gehören die Auswürflinge zu dem erſten Ausbruch des Veſuvs im Jahr 79; Leonhard's neues Jahrbuch für Mineral. Jahrg. 1853 S. 259.

[95] (S. 282.) Ueber Bildungsalter des Rheinthals ſ. H. von Dechen, geogn. Beſchr. des Siebengebirges in den Verhandl. des naturhiſt. Vereins der Preuß. Rheinlande und Weſtphalens 1852 S. 556—559. — Von den Infuſorien der Eifel handelt Ehrenberg in den Monatsberichten der Akad. der Wiſſ. zu Berlin 1844 S. 337, 1845 S. 133 und 148, 1846 S. 161—171. Der mit infuſorien-haltigen Bimsſtein-Brocken erfüllte Traß von Brohl bildet Hügel bis zu 800 F. Höhe.

[96] (S. 282.) Vergl. Rozet in den Mémoires de la Société géologique, 2ème Série T. I. p. 119. Auch auf der Inſel Java, dieſer wunderbaren Stätte vielfacher vulkaniſcher Thätigkeit, findet man „Krater ohne Kegel, gleichſam flache Vulkane" (Junghuhn, Java, ſeine Geſtalt und Pflanzendecke Lief. VII S. 640), zwiſchen Gunung Salak und Perwakti, „als Exploſions-Kratere" den Maaren analog. Ohne alle Rand-Erhöhung, liegen ſie zum Theil in ganz flachen Gegenden der Gebirge, haben eckige Bruchſtücke der geſprengten Geſteinſchichten um ſich her zerſtreut, und ſtoßen jetzt nur Dämpfe und Gas-Arten aus.

[97] (S. 283.) Humboldt, Umriſſe von Vulkanen der Cordilleren von Quito und Mexico, ein Beitrag zur Phyſiognomik der Natur, Tafel IV (Kleinere Schriften Bd. I. S. 133—205).

[98] (S. 283.) Umriſſe von Vulkanen Tafel VI.

[99] (S. 283.) A. a. O. Taf. VIII (Kleinere Schriften Bd. I. S. 463—467). Ueber die topographiſche Lage des Popocatepetl (rauchender Berg in aztekiſcher Sprache) neben der (liegenden) weißen Frau, Iztaccihuatl, und ſein geographiſches Verhältniß zu dem weſtlichen See von Tezcuco und der öſtlich gelegenen Pyramide von Cholula ſ. meinen Atlas géogr. et phys. de la Nouvelle-Espagne Pl. 3.

[100] (S. 283.) Umriſſe von Vulkanen Tafel IX; der Sternberg, in aztekiſcher Sprache Citlaltepetl: Kleinere Schriften Bd. I. S. 467—470 und mein Atlas géogr. et phys. de la Nouv. Espagne Pl. 17.

[1] (S. 283.) Umriſſe von Vulk. Tafel II.

[2] (S. 283.) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amèrique (fol.) Pl. LXII.

[3] (S. 283.) Umriſſe von Vulk. Taf. I und X (Kleinere Schriften Bd. I. S. 1—99).

[4] (S. 284.) Umriſſe von Vulk. Taf. IV.

[5] (S. 284.) A. a. O. Taf. III und VII.

[6] (S. 284.) Lange vor der Ankunft von Bouguer und La Condamine (1736) in der Hochebene von Quito, lange vor den Bergmeſſungen der Aſtronomen wußten dort die Eingeborenen, daß der Chimborazo höher als alle anderen Nevados (Schneeberge) der Gegend ſei. Sie hatten zwei, ſich faſt im ganzen Jahre überall gleich bleibende Niveau-Linien erkannt: die der unteren Grenze des ewigen Schnees; und die Linie der Höhe, bis zu welcher ein einzelner, zufälliger Schneefall herabreicht. Da in der Aequatorial-Gegend von Quito, wie ich durch Meſſungen an einem anderen Orte (Asie centrale T. III. p. 255) erwieſen habe, die Schneelinie nur um 180 Fuß Höhe an dem Abhange von ſechs der höchſten Coloſſe variirt; und da dieſe Variation, wie noch kleinere, welche Localverhältniſſe erzeugen, in einer großen Entfernung geſehen (die Höhe des Gipfels vom Montblanc iſt der Höhe der unteren Aequa-

torial-Schneegrenze gleich), dem bloßen Auge unbemerkbar wird: so entsteht durch diesen Umstand für die Tropenwelt eine scheinbar ununterbrochene Regelmäßigkeit der Schneebedeckung, d. h. der Form der Schneelinie. Die landschaftliche Darstellung dieser Horizontalität setzt die Physiker in Erstaunen, welche nur an die Unregelmäßigkeit der Schneebedeckung in der veränderlichen, sogenannten gemäßigten Zone gewöhnt sind. Die Gleichheit der Schneehöhe um Quito und die Kenntniß von dem Maximum ihrer Oscillation bietet senkrechte Basen von 14800 Fuß über der Meeresfläche, von 6000 Fuß über der Hochebene dar, in welcher die Städte Quito, Hambato und Nuevo Riobamba liegen: Basen, die, mit sehr genauen Messungen von Höhenwinkeln verbunden, zu Distanz-Bestimmungen und mannigfaltigen topographischen, schnell auszuführenden Arbeiten benutzt werden können. Die zweite der hier bezeichneten Niveau-Linien: die Horizontale, welche den unteren Theil eines einzelnen, zufälligen Schneefalles begrenzt; entscheidet über die relative Höhe der Bergkuppen, welche in die Region des ewigen Schnees nicht hineinreichen. Von einer langen Kette solcher Bergkuppen, die man irrigerweise für gleich hoch gehalten hat, bleiben viele unterhalb der temporären Schneelinie; und der Schneefall entscheidet so über das relative Höhenverhältniß. Solche Betrachtungen über perpetuirliche und zufällige Schneegrenzen habe ich in dem Hochgebirge von Quito, wo die Sierras nevadas oft einander genähert sind ohne Zusammenhang ihrer ewigen Schneedecken, aus dem Munde roher Landleute und Hirten vernommen. Eine großartige Natur schärft anregend die Empfänglichkeit bei einzelnen Individuen unter den farbigen Eingeborenen selbst da, wo sie auf der tiefsten Stufe der Cultur stehen.

[7] (S. 285.) Abich in dem Bulletin de la Société de Géographie, 4ème Série T. I. (1851) p. 517, mit einer sehr schönen Darstellung der Gestalt des alten Vulkans.

[8] (S. 285.) Humboldt, Vues des Cord. p. 295 Pl. LXI und Atlas de la Relat. hist. du Voyage Pl. 27.

[9] (S. 286.) Kleinere Schriften Bd. I. S. 61, 81, 83 und 88.

[10] (S. 286.) Junghuhn, Reise durch Java 1845 S. 215 Tafel XX.

[11] (S. 287.) S. Adolf Erman's, auch in geognostischer Hinsicht so wichtige Reise um die Erde Bd. III. S. 271 und 207.

[12] (S. 287.) Sartorius von Waltershauſen, phyſiſch-geographiſche Skizze von Island 1847 S. 107; deſſelben geognoſtiſcher Atlas von Island 1853 Tafel XV und XVI.

[13] (S. 287.) Otto von Kotzebue, Entdeckungs-Reiſe in die Südſee und in die Berings-Straße 1815—1818 Bd. III. S. 68; Reiſe-Atlas von Choris 1820 Tafel 5; Vicomte d'Archiac, Hist. des Progrès de la Géologie 1847 T. I. p. 544; und Buzeta, Diccionario geogr. estad. historico de las islas Filipinas T. II. (Madr. 1851) p. 436 und 470—471: wo aber der zwiefachen Umzingelung, welche Delamare ſo wiſſenſchaftlich genau als umſtändlich in ſeinem Briefe an Arago (Nov. 1842; Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XVI. p. 756) erwähnt, eines zweiten Kraters im Kraterſee, nicht gedacht wird. Der große Ausbruch im Dec. 1754 (ein früherer, heftiger geſchah am 24 Sept. 1716) zerſtörte das alte, am ſüdweſtlichen Ufer des Sees gelegene Dorf Taal, welches ſpäter weiter vom Vulkan wiedererbaut wurde. Die kleine Inſel des Sees, auf welcher der Vulkan emporſteigt, heißt Isla del Volcan (Buzeta a. a. O.). Die abſolute Höhe des Vulkans von Taal iſt kaum 840 F. Er gehört alſo nebſt dem von Koſima zu den allerniedrigſten. Zur Zeit der amerikaniſchen Expedition des Cap. Wilkes (1842) war er in voller Thätigkeit; ſ. United States Explor. Exped. Vol. V. p. 317.

[14] (S. 287.) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 135; Hannonis Periplus in Hudſon's Geogr. Graeci min. T. I. p. 45.

[15] (S. 288.) Kosmos Bd. I. S. 238.

[16] (S. 289.) Ueber die Lage dieſes Vulkanes, deſſen Kleinheit nur von dem Vulkan von Tanna und von dem des Mendaña übertroffen wird, ſ. die ſchöne Karte des Japaniſchen Reichs von F. von Siebold 1840.

[17] (S. 289.) Ich nenne hier neben dem Pic von Teneriffa unter den Inſel-Vulkanen nicht den Mauna-roa, deſſen kegelförmige Geſtalt ſeinem Namen nicht entſpricht. In der Sandwich-Sprache bedeutet nämlich mauna Berg, und roa zugleich lang und ſehr. Ich nenne auch nicht den Hawaii, über deſſen Höhe ſo lange geſtritten worden iſt und der lange als ein am Gipfel

ungeöffneter trachytischer Dom beschrieben wurde. Der berühmte Krater Kiraueah (ein See geschmolzener aufwallender Lava) liegt östlich, nach Wilkes in 3724 F. Höhe, dem Fuße des Mauna-roa nahe; vergl. die vortreffliche Beschreibung in Charles Wilkes, Exploring Expedition Vol. IV. p. 165—196.

[18] (S. 290.) Brief von Fr. Hoffmann an Leop. von Buch über die geognostische Constitution der Liparischen Inseln, in Poggend. Annalen Bd. XXVI. 1832 S. 59. Volcano, nach der neueren Messung von Ch. Sainte-Claire Deville 1190 Fuß, hat starke Eruptionen von Schlacken und Asche gehabt in den Jahren 1444, am Ende des 16ten Jahrhunderts, 1731, 1739 und 1771. Seine Fumarolen enthalten Ammoniak, borarsaures Selen, geschwefelten Arsenik, Phosphor und nach Bornemann Spuren von Jod. Die drei letzten Substanzen treten hier zum ersten Male unter den vulkanischen Producten auf. (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XLIII. 1856 p. 683.)

[19] (S. 290.) Squier in der American Association (tenth annual meeting, at New-Haven 1850).

[20] (S. 290.) S. Franz Junghuhn's überaus lehrreiches Werk: Java, seine Gestalt und Pflanzendecke 1852 Bd. I. S. 99. Der Ringgit ist jetzt fast erloschen, nachdem seine furchtbaren Ausbrüche im Jahr 1586 vielen tausend Menschen das Leben gekostet hatten.

[21] (S. 290.) Der Gipfel des Vesuvs ist also nur 242 Fuß höher als der Brocken.

[22] (S. 290.) Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XLIII und Atlas géogr. et physique Pl. 29.

[23] (S. 291.) Junghuhn a. a. O. Bd. I. S. 68 und 98.

[24] (S. 291.) Vergl. meine Relation hist. T. I. p. 93 besonders wegen der Entfernung, in welcher der Gipfel des Vulkans der Insel Pico bisweilen gesehen worden ist. Die ältere Messung Ferrer's gab 7428 Fuß: also 285 F. mehr als die, gewiß sorgfältigere Aufnahme des Cap. Vidal von 1843.

[25] (S. 291.) Erman in seiner interessanten geognostischen Beschreibung der Vulkane der Halbinsel Kamtschatka giebt der Awatschinskaja oder Gorelaja Sopka 8360 F., und der Strjeloschnaja Sopka, die auch Korjazkaja Sopka genannt wird, 11090 F. (Reise Bd. III. S. 494 und 540). Vergl. über beide Vulkane, von denen der erste der thätigste ist, L. de Buch, Descr.

phys. des Iles Canaries p. 447—450. Die Erman'sche Messung des Vulkans von Awatscha stimmt am meisten mit der frühesten Messung von Mongez 1787 auf der Expedition von La Pérouse (8198 F.) und mit der neueren des Cap. Beechey (8497 F.) überein. Hofmann auf der Kotzebue'schen und Lenz auf der Lütke'schen Reise fanden nur 7664 und 7705 Fuß; vergl. Lütke, Voy. autour du Monde T. III. p. 67—84. Des Admirals Messung von der Strjeloschnaja Sopka gab 10518 F.

[26] (S. 291.) Vergl. Pentland's Höhentafel in Mary Somerville's Phys. Geogr. Vol. II. p. 452; Sir Woodbine Parish, Buenos-Ayres and the Prov. of the Rio de la Plata 1852 p. 343; Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. S. 411—434.

[27] (S. 291.) Sollte der Gipfel dieses merkwürdigen Vulkans im Abnehmen der Höhe begriffen sein? Eine barometrische Messung von Baldey, Vidal und Mudge im Jahr 1819 gab noch 2975 Meter oder 9156 Fuß: während ein sehr genauer und geübter Beobachter, welcher der Geognosie der Vulkane so wichtige Dienste geleistet hat, Sainte-Claire Deville (Voyage aux Iles Antilles et à l'Ile de Fogo p. 155), im Jahr 1842 nur 2790 Meter oder 8587 Fuß fand. Cap. King hatte kurz vorher die Höhe des Vulkans von Fogo gar nur zu 2686 Metern oder 8267 F. bestimmt.

[28] (S. 291.) Erman, Reise Bd. III. S. 271, 275 und 297. Der Vulkan Schiwelutsch hat, wie der Pichincha, die bei thätigen Vulkanen seltene Form eines langen Rückens (chrebet), auf dem sich einzelne Kuppen und Kämme (grebni) erheben. Glocken- und Kegelberge werden in dem vulkanischen Gebiete der Halbinsel immer durch den Namen sopki bezeichnet.

[29] (S. 291.) Wegen der merkwürdigen Uebereinstimmung der trigonometrischen Messung mit der barometrischen von Sir John Herschel s. Kosmos Bd. I. S. 41 Anm. 2.

[30] (S. 291.) Die barometrische Messung von Sainte-Claire Deville (Voy. aux Antilles p. 102—118) im Jahr 1842 gab 3706 Meter oder 11408 Fuß: nahe übereinstimmend mit dem Resultate (11430 Fuß) der zweiten trigonometrischen Messung Borda's vom Jahre 1776, welche ich aus dem Manuscrit du Dépôt de la Marine habe zuerst veröffentlichen können (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 116 und 275—287).

Borda's erste, mit Pingré gemeinschaftlich unternommene, trigonometrische Messung vom Jahre 1771 gab, statt 11430 Fuß, nur 10452 F. Die Ursach des Irrthums war die falsche Notirung eines Winkels (33′ statt 53′): wie mir Borda, dessen großem persönlichen Wohlwollen ich vor meiner Orinoco-Reise so viele nützliche Rathschläge verdanke, selbst erzählte.

[31] (S. 291.) Ich folge der Angabe von Pentland, 12367 engl. Fuß: um so mehr, als in Sir James Roß, Voy. of discovery in the antarctic Regions Vol. I. p. 216, die Höhe des Vulkans, dessen Rauch und Flammen-Ausbrüche selbst bei Tage sichtbar waren, im allgemeinen zu 12400 engl. Fußen (11634 Par. Fuß) angegeben wird.

[32] (S. 291.) Ueber den Argäus, den Hamilton zuerst bestiegen und barometrisch gemessen (zu 11921 Pariser Fuß oder 3905"), s. Peter von Tchihatcheff, Asie mineure (1853) T. I. p. 441—449 und 571. William Hamilton in seinem vortrefflichen Werke (Researches in Asia Minor) erhält als Mittel von einer Barometer-Messung und einigen Höhenwinkeln 13000 feet (12196 Par. F.); wenn aber nach Ainsworth die Höhe von Kaisarieh 1000 feet (938 Par. F.) niedriger ist, als er sie annimmt: nur 11258 Par. F. Vergl. Hamilton in den Transact. of the Geolog. Soc. Vol. V. Part 3. 1840 p. 596. Vom Argäus (Erdschisch Dagh) gegen Südost, in der großen Ebene von Eregli, erheben sich südlich von dem Dorfe Karabunar und von der Berggruppe Karadscha-Dagh viele, sehr kleine Ausbruch-Kegel. Einer derselben, mit einem Krater versehen, hat eine wunderbare Schiffsgestalt, an dem Vordertheil wie in einen Schnabel auslaufend. Es liegt dieser Krater in einem Salzsee, an dem Wege von Karabunar nach Eregli, eine starke Meile von dem erstern Orte entfernt. Der Hügel führt denselben Namen. (Tchihatcheff T. I. p. 455; William Hamilton, Researches in Asia Minor Vol. II. p. 217.)

[33] (S. 292.) Die angegebene Höhe ist eigentlich die des grasgrünen Bergsees Laguna verde, an dessen Rande sich die, von Boussingault untersuchte Solfatare befindet (Acosta, Viajes cientificos á los Andes ecuatoriales 1849 p. 75).

[34] (S. 292.) Boussingault ist bis zum Krater gelangt und hat die Höhe barometrisch gemessen; sie stimmt sehr nahe mit der überein, die ich 23 Jahre früher, auf der Reise von Popayan nach Quito, schätzungsweise bekannt gemacht.

[35] (S. 292.) Die Höhe weniger Vulkane iſt ſo überſchätzt worden als die Höhe des Coloſſes der Sandwich-Inſeln. Wir ſehen dieſelbe nach und nach von 17270 Fuß (einer Angabe aus der dritten Reiſe von Cook) zu 15465 F. in King's, zu 15588 F. in Marchand's Meſſung, zu 12909 F. durch Cap. Wilkes, und zu 12693 F. durch Horner auf der Reiſe von Kotzebue herabſinken. Die Grundlagen des letztgenannten Reſultates hat Leopold von Buch zuerſt bekannt gemacht in der Descr. phys. des Iles Canaries p. 379. Vergl. Wilkes, Explor. Exped. Vol. IV. p. 111—162. Der öſtliche Kraterrand hat nur 12609 F. Die Annahme größerer Höhe bei der behaupteten Schneeloſigkeit des Mauna Roa (Br. 19° 28′) würde dazu dem Reſultat widerſprechen, daß nach meinen Meſſungen im mericaniſchen Continent in derſelben Breite die Grenze des ewigen Schnees ſchon 13860 Fuß hoch gefunden worden iſt (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 97, Asie centr. T. III. p. 269 und 359).

[36] (S. 292.) Der Vulkan erhebt ſich weſtlich von dem Dorfe Cumbal, das ſelbſt 9911 Fuß über dem Meere liegt (Acoſta p. 76).

[37] (S. 292.) Ich gebe das Reſultat von Erman's mehrfachen Meſſungen im Sept. 1829. Die Höhe der Kraterränder ſoll Veränderungen durch häufige Eruptionen ausgeſetzt ſein; denn es hatten im Aug. 1828 Meſſungen, die daſſelbe Vertrauen einflößen konnten, eine Höhe von 15040 F. gegeben. Vergl. Erman's phyſikaliſche Beobachtungen auf einer Reiſe um die Erde Bd. I. S. 400 und 419 mit dem hiſtoriſchen Bericht der Reiſe Bd. III. S. 358—360.

[38] (S. 292.) Bouguer und La Condamine geben in der Inſchrift zu Quito für den Tungurahua vor dem großen Ausbruch von 1772 und vor dem Erdbeben von Riobamba (1797), welches große Bergſtürze veranlaßte, 15738 F. Ich fand trigonometriſch im Jahr 1802 für den Gipfel des Vulkans nur 15473 F.

[39] (S. 292.) Die barometriſche Meſſung des höchſten Gipfels vom Volcan de Puracé durch Franciſco José Caldas, der, wie mein theurer Freund und Reiſebegleiter, Carlos Montufar, als ein blutiges Opfer ſeiner Liebe für die Unabhängigkeit und Freiheit des Vaterlandes fiel, giebt Acoſta (Viajes cientificos p. 70) zu 5184 Metern (15957 F.) an. Die Höhe des kleinen, Schwefeldampf mit heftigem Geräuſch ausſtoßenden Kraters (Azufral del Boqueron) habe

ich 13524 F. gefunden; Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques et d'opérations trigonom. Vol. I. p. 304.

[40] (S. 292.) Der Sangay ist durch seine ununterbrochene Thätigkeit und seine Lage überaus merkwürdig: noch etwas östlich entfernt von der östlichen Cordillere von Quito, südlich vom Rio Pastaza, in 26 Meilen Abstandes von der nächsten Küste der Südsee: eine Lage, welche (wie die Vulkane des Himmelsgebirges in Asien) eben nicht die Theorie unterstützt, nach der die östlichen Cordilleren in Chili wegen Meeresferne frei von vulkanischen Ausbrüchen sein sollen. Der geistreiche Darwin hat nicht verfehlt dieser alten und weit verbreiteten vulkanischen Littoral-Theorie in den Geological Observations on South America 1846 p. 185 umständlich zu gedenken.

[41] (S. 292.) Ich habe den Popocatepetl, welcher auch der Volcan grande de Mexico genannt wird, in der Ebene von Tetimba bei dem Indianer-Dorfe San Nicolas de los Ranchos gemessen. Es scheint mir noch immer ungewiß, welcher von beiden Vulkanen, der Popocatepetl oder der Pic von Orizaba, der höhere sei. Vergl. Humboldt, Recueil d'Observ. astron. Vol. II. p. 543.

[42] (S. 292.) Der mit ewigem Schnee bedeckte Pic von Orizaba, dessen geographische Ortsbestimmung vor meiner Reise überaus irrig auf allen Karten angegeben war, so wichtig auch dieser Punkt für die Schifffahrt bei der Landung in Veracruz ist, wurde zuerst im Jahr 1796 vom Cucero aus trigonometrisch durch Ferrer gemessen. Die Messung gab 16776 Fuß. Eine ähnliche Operation habe ich in einer kleinen Ebene bei Xalapa versucht. Ich fand nur 16302 F.; aber die Höhenwinkel waren sehr klein und die Grundlinie schwierig zu nivelliren. Vergl. Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne, 2ème éd. T. I. 1825 p. 166; meinen Atlas du Mexique (Carte des fausses positions) Pl. X, und Kleinere Schriften Bd. I. S. 468.

[43] (S. 292.) Humboldt, Essai sur la Géogr. des Plantes 1807 p. 153. Die Höhe ist unsicher, vielleicht mehr als $\frac{1}{15}$ zu groß.

[44] (S. 292.) Ich habe den abgestumpften Kegel des Vulkans von Tolima, der am nördlichen Ende des Paramo de Quindiu liegt, im Valle del Carvajal bei dem Städtchen Ibague gemessen im Jahr 1802. Man sieht den Berg ebenfalls, in großer Entfernung,

auf der Hochebene von Bogota. In dieſer Ferne hat Caldas durch eine etwas verwickelte Combination im Jahr 1806 ein ziemlich angenähertes Reſultat (17292 F.) gefunden; Semanario de la Nueva Granada, nueva Edicion, aumentada por J. Acosta 1849, p. 349.

[45] (S. 292.) Die abſolute Höhe des Vulkans von Arequipa iſt ſo verſchieden angegeben worden, daß es ſchwer wird zwiſchen bloßen Schätzungen und wirklichen Meſſungen zu unterſcheiden. Der ausgezeichnete Botaniker der Malaſpina'ſchen Weltumſeglung, Dr. Thaddäus Hänke, gebürtig aus Prag, erſtieg den Vulkan von Arequipa im Jahr 1796, und fand auf dem Gipfel ein Kreuz, welches bereits 12 Jahre früher aufgerichtet war. Durch eine trigonometriſche Operation ſoll Hänke den Vulkan 3180 Toiſen (19080 F.) über dem Meere gefunden haben. Dieſe, viel zu große Höhen-Angabe entſtand wahrſcheinlich aus einer irrigen Annahme der abſoluten Höhe der Stadt Arequipa, in deren Umgebung die Operation vorgenommen wurde. Wäre damals Hänke mit einem Barometer verſehen geweſen, ſo würde wohl, nachdem er auf den Gipfel gelangt war, ein in trigonometriſchen Meſſungen ganz ungeübter Botaniker nicht zu einer ſolchen geſchritten ſein. Nach Hänke erſtieg den Vulkan zuerſt wieder Samuel Curzon aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Boston Philosophical Journal 1823 Nov. p. 168). Im Jahr 1830 ſchätzte Pentland die Höhe zu 5600 Metern (17240 F.), und dieſe Zahl (Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1830 p. 325) habe ich für meine Carte hypsométrique de la Cordillère des Andes 1831 benutzt. Mit derſelben ſtimmt befriedigend (bis faſt $\frac{1}{47}$) die trigonometriſche Meſſung eines franzöſiſchen See-Officiers, Herrn Dolley, überein, die ich 1826 der wohlwollenden Mittheilung des Cap. Alphonſe de Moges in Paris verdankte. Dolley fand trigonometriſch den Gipfel des Vulkans von Arequipa 10348 Fuß, den Gipfel des Charcani 11126 F. über der Hochebene, in welcher die Stadt Arequipa liegt. Setzt man nun nach barometriſchen Meſſungen von Pentland und Rivero die Stadt Arequipa 7366 F. (Pentland 7852 feet in der Höhen-Tabelle zur Physical Geography von Mary Somerville, 3te Aufl. Vol. II. p. 454; Rivero im Memorial de ciencias naturales T. II. Lima 1828 p. 65; Meyen, Reiſe um die Erde Th. II. 1835 S. 5), ſo giebt mir Dolley's trigono-

metrische Operation für den Vulkan von Arequipa 17712 Fuß (2952 Toisen), für den Vulkan Charcani 18492 Fuß (3082 Toisen). Die oben citirte Höhen-Tabelle von Pentland giebt aber für den Vulkan von Arequipa 20320 engl. Fuß, 6190 Meter (19065 Par. Fuß): d. i. 1825 Par. Fuß mehr als die Bestimmung von 1830, und nur zu identisch mit Hänke's trigonometrischer Messung des Jahres 1796! Im Widerspruch mit diesem Resultat wird in den Anales de la Universidad de Chile 1852 p. 221 der Vulkan nur zu 5600 Metern oder 17240 Par. Fuß: also um 590 Meter niedriger, angegeben! Ein trauriger Zustand der Hypsometrie!

[46] (S. 292.) Boussingault, begleitet von dem kenntnißvollen Obristen Hall, hat fast den Gipfel des Cotopari erreicht. Er gelangte nach barometrischer Messung bis zu der Höhe von 5746 Metern oder 17698 F. Es fehlte nur ein kleiner Raum bis zum Rande des Kraters, aber die zu große Lockerheit des Schnees verhinderte das Weitersteigen. Vielleicht ist Bouguer's Höhen-Angabe etwas zu klein, da seine complicirte trigonometrische Berechnung von der Hypothese über die Höhe der Stadt Quito abhängt.

[47] (S. 292.) Der Sahama, welchen Pentland (Annuaire du Bureau des Long. pour 1830 p. 321) bestimmt einen noch thätigen Vulkan nennt, liegt nach dessen neuer Karte des Thals von Titicaca (1848) östlich von Arica in der westlichen Cordillere. Er ist 871 Fuß höher als der Chimborazo, und das Höhen-Verhältniß des niedrigsten japanischen Vulkans Kosima zum Sahama ist wie 1 zu 30. Ich habe angestanden den chilenischen Aconcagua, der, 1835 von Fitzroy zu 21767 Par. Fuß angegeben, nach Pentland's Correction 22431 Par. Fuß, nach der neuesten Messung (1845) des Capitäns Kellet auf der Fregatte Herald 23004 feet oder 21584 Par. Fuß hoch ist; in die fünfte Gruppe zu setzen, weil es nach den einander entgegengesetzten Meinungen von Miers (Voyage to Chili Vol. I. p. 283) und Charles Darwin (Journal of Researches into the Geology and Natural History of the various countries visited by the Beagle, 2d ed. p. 291) etwas zweifelhaft bleibt, ob dieser colossale Berg ein noch entzündeter Vulkan ist. Mary Somerville, Pentland und Gilliß (Naval Astr. Exped. Vol. I. p. 126) läugnen auch die Entzündung. Darwin sagt: »I was surprised at hearing that the

Aconcagua was in action the same night (15 Jan. 1835), because this mountain most rarely shows any sign of action.«

[48] (S. 293.) Dieſe durchbrechenden Porphyrmaſſen zeigen ſich beſonders in großer Mächtigkeit nahe am Illimani in Cenipampa (14962 F.) und Totorapampa (12860 F.); auch bildet ein glimmerhaltiger Quarzporphyr, Granaten, und zugleich eckige Fragmente von Kieſelſchiefer einſchließend, die obere Kuppe des berühmten ſilberreichen Cerro de Potosi (Pentland in Handſchriften von 1832). Der Illimani, welchen Pentland erſt zu 7315 und nachher zu 6445 Metern angab, iſt ſeit dem Jahr 1847 auch der Gegenſtand einer ſorgfältigen Meſſung des Ingenieurs Piſſis geworden, der bei Gelegenheit ſeiner großen trigonometriſchen Aufnahme der Llanura de Bolivia den Illimani durch drei Triangel zwiſchen Calamarca und La Paz im Mittel 6509 Meter hoch fand: was von der letzten Pentland'ſchen Beſtimmung nur um 64m abweicht. S. Investigaciones sobre la altitud de los Andes, in den Anales de Chile 1852 p. 217 und 221.

[49] (S. 295.) Sartorius v. Waltershauſen, geogn. Skizze von Island S. 103 und 107.

[50] (S. 296.) Strabo lib. VI p. 276 Caſaub.; Plin. Hist. nat. III, 9: »Strongyle, quae a Lipara liquidiore flamma tantum differt; e cujus fumo quinam flaturi sint venti, in triduo praedicere incolae traduntur.« Vergl. auch Urlichs, Vindiciae Plinianae 1853 Fasc. I p. 39. Der, einſt ſo thätige Vulkan von Lipara (im Nordoſten der Inſel) ſcheint mir entweder der Monte Campo bianco oder der Monte di Capo Castagno geweſen zu ſein. (Vergl. Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XXVI. S. 49—54.)

[51] (S. 297.) Kosmos Bd. I. S. 231 und 448 (Anm. 77), Bd. IV. S. 24 (Anm. 65). Herr Albert Berg, der früher ein maleriſches Werk: Phyſiognomie der Tropiſchen Vegetation von Südamerika, herausgegeben, hat 1853 von Rhodos und der Bucht von Myra (Andriace) aus die Chimära in Lycien bei Deliktaſch und Yanartaſch beſucht. (Das türkiſche Wort tàsch bedeutet Stein, wie dàgh und tàgh Berg; Deliktaſch bedeutet: durchlöcherter Stein, vom türk. delik, Loch.) Der Reiſende ſah das Serpentinſtein-Gebirge zuerſt bei Adraſan, während Beaufort ſchon bei der Inſel Garabuſa (nicht Grambuſa), ſüdlich vom Cap Chelidonia, den dunkelfarbigen Serpentin auf Kalkſtein angelagert,

vielleicht ihm eingelagert, fand. „Nahe bei den Ueberbleibseln des alten Vulkans-Tempels erheben sich die Reste einer christlichen Kirche im späten byzantinischen Style: Reste des Hauptschiffs und zweier Seiten-Capellen. In einem gegen Osten gelegenen Vorhofe bricht die Flamme in dem Serpentin-Gestein aus einer etwa 2 Fuß breiten und 1 Fuß hohen, caminartigen Oeffnung hervor. Sie schlägt 3 bis 4 Fuß in die Höhe, und verbreitet (als Naphtha-Quelle?) einen Wohlgeruch, der sich bis in die Entfernung von 40 Schritten bemerkbar macht. Neben dieser großen Flamme und außerhalb der caminartigen Oeffnung erscheinen auch auf Nebenspalten mehrere sehr kleine, immer entzündete, züngelnde Flammen. Das Gestein, von der Flamme berührt, ist stark geschwärzt; und der abgesetzte Ruß wird gesammelt, zur Linderung der Schmerzen in den Augenliedern und besonders zur Färbung der Augenbraunen. In drei Schritt Entfernung von der Chimära-Flamme ist die Wärme, die sie verbreitet, schwer zu ertragen. Ein Stück dürres Holz entzündet sich, wenn man es in die Oeffnung hält und der Flamme nähert, ohne sie zu berühren. Da, wo das alte Gemäuer an den Felsen angelehnt ist, dringt auch aus den Zwischenräumen der Steine des Gemäuers Gas aus, das, wahrscheinlich von niederer Temperatur oder anders gemengt, sich nicht von selbst entzündet, wohl aber durch ein genähertes Licht. Acht Fuß unter der großen Flamme, im Inneren der Ruine, findet sich eine runde, 6 Fuß tiefe, aber nur 3 Fuß weite Oeffnung, welche wahrscheinlich einst überwölbt war, weil ein Wasserquell dort in der feuchten Jahreszeit ausbricht, neben einer Spalte, über der ein Flämmchen spielt." (Aus der Handschrift des Reisenden.) — Auf einem Situationsplan zeigt Berg die geographischen Verhältnisse der Alluvialschichten, des (Tertiär-?) Kalksteins und des Serpentin-Gebirges.

[52] (S. 297.) Die älteste und wichtigste Notiz über den Vulkan von Masaya ist in einem erst vor 14 Jahren von dem verdienstvollen historischen Sammler Ternaux-Compans edirten Manuscripte Oviedo's: Historia de Nicaragua (cap. V bis X) enthalten; s. p. 115—197. Die französische Uebersetzung bildet einen Band der Voyages, Relations et Mémoires originaux pour servir à l'histoire et à la découverte de l'Amérique. Vergl. auch Lopez de Gomara, Historia general de las Indias

(Zaragoza 1553) fol. CX, b; und unter den neueſten Schriften Squier, Nicaragua, its people, scenery and monuments 1853 Vol. I. p. 211—223 und Vol. II. p. 17. So weit berufen war der unausgeſetzt ſpeiende Berg, daß ſich in der königlichen Bibliothek zu Madrid eine eigene Monographie von dem Vulkan Maſaya, unter dem Titel vorfindet: Entrada y descubrimiento del Volcan de Masaya, que está en la Prov. de Nicaragua, fecha por Juan Sanchez del Portero. Der Verfaſſer war Einer von denen, welche ſich in den wunderbaren Expeditionen des Dominicaner-Mönchs Fray Blas de Jñeſta in den Krater herabließen. (Oviedo, Hist. de Nicaragua p. 141.)

[53] (S. 298.) In der von Ternaux-Compans gegebenen franzöſiſchen Ueberſetzung (das ſpaniſche Original iſt nicht erſchienen) heißt es p. 123 und 132: »On ne peut cependant dire qu'il sorte précisément une flamme du cratère, mais bien une fumée aussi ardente que du feu; on ne la voit pas de loin pendant le jour, mais bien de nuit. Le Volcan éclaire autant que le fait la lune quelques jours avant d'être dans son plein.« Dieſe ſo alte Bemerkung über die problematiſche Art der Erleuchtung eines Kraters und der darüber ſtehenden Luftſchichten iſt nicht ohne Bedeutung, wegen der ſo oft in neueſter Zeit angeregten Zweifel über die Entbindung von Waſſerſtoffgas aus den Krateren der Vulkane. Wenn auch in dem gewöhnlichen hier bezeichneten Zuſtande die Hölle von Maſaya nicht Schlacken oder Aſche auswarf (Gomara ſetzt hinzu: cosa que hazen otros volcanes), ſo hat ſie doch bisweilen wirkliche Lava-Ausbrüche gehabt: und zwar wahrſcheinlich den letzten im Jahr 1670. Seitdem iſt der Vulkan ganz erloſchen, nachdem ein perpetuirliches Leuchten 140 Jahre lang beobachtet worden war. Stephens, der ihn 1840 beſtieg, fand keine bemerkbare Spur der Entzündung. Ueber die Chorotega-Sprache, die Bedeutung des Wortes Maſaya und die Maribios ſ. Buſchmann's ſcharfſinnige ethnographiſche Unterſuchungen über die aztekiſchen Ortsnamen S. 130, 140 und 171.

[54] (S. 299.) »Les trois compagnons convinrent de dire qu'ils avaient trouvé de grandes richesses; et Fray Blas, que j'ai connu comme un homme ambitieux, rapporte dans sa relation le serment que lui et les associés firent sur l'évangile, de persister à jamais dans leur opinion que le volcan contient de

l'or mêlé d'argent en fusion!« Oviedo, Descr. de Nicaragua cap. X p. 186 und 196. Der Cronista de las Indias iſt übrigens ſehr darüber erzürnt (cap. 5), daß Fray Blas erzählt habe, „Oviedo habe ſich die Hölle von Maſaya vom Kaiſer zum Wappen erbeten". Gegen heraldiſche Gewohnheiten der Zeit wäre ſolche geognoſtiſche Erinnerung übrigens nicht geweſen; denn der tapfere Diego de Ordaz, der ſich rühmte, als Cortez zuerſt in das Thal von Mexico eindrang, bis an den Krater des Popocatepetl gelangt zu ſein, erhielt dieſen Vulkan, wie Oviedo das Geſtirn des ſüdlichen Kreuzes, und am früheſten Columbus (Exam. crit. T. IV. p. 235—240) ein Fragment von einer Landkarte der Antillen, als einen heraldiſchen Schmuck.

[55] (S. 300.) Humboldt, Anſichten der Natur Bd. II. S. 276.

[56] (S. 300.) Squier, Nicaragua, its people and monuments Vol. II. p. 104 (John Bailey, Central America 1850 p. 75).

[57] (S. 300.) Memorie geologiche sulla Campania 1849 p. 61. Die Höhe des Vulkans von Jorullo habe ich über der Ebene, in welcher er aufgeſtiegen, 1578 Fuß, über der Meeresfläche 4002 Fuß gefunden.

[58] (S. 301.) La Condamine, Journal du Voyage à l'Équateur p. 163; derſelbe in der Mesure de trois Degrés de la Méridienne de l'Hémisphère austral p. 56.

[59] (S. 302.) In dem Landhauſe des Marques de Selvalegre, des Vaters meines unglücklichen Begleiters und Freundes Don Carlos Montufar, war man oft geneigt die bramidos, welche dem Abfeuern einer fernen Batterie ſchweren Geſchützes glichen und in ihrer Intenſität, bei gleichem Winde, gleicher Heiterkeit der Luft und gleicher Temperatur, ſo überaus ungleich waren, nicht dem Sangay, ſondern dem Guacamayo, einem 10 geographiſche Meilen näheren Berge, zuzuſchreiben, an deſſen Fuße ein Weg von Quito über die Hacienda de Antisana nach den Ebenen von Archidona und des Rio Napo führt. (S. meine Special-Karte der Provinz Quiros, No. 23 meines Atlas géogr. et phys. de l'Amér. 1814—1834.) Don Jorge Juan, welcher den Sangay in größerer Nähe als ich hat donnern hören, ſagt beſtimmt, daß die bramidos, die er ronquidos del Volcan (Relacion del Viage á la

America meridional Parte I. Tomo 2. p. 569) nennt und in Pintac, wenige Meilen von der Hacienda de Chillo, vernahm, dem Sangay oder Volcan de Macas zugehören, deſſen Stimme, wenn ich mich des Ausdrucks bedienen darf, ſehr charakteriſtiſch ſei. Dem ſpaniſchen Aſtronomen ſchien dieſe Stimme beſonders rauh, daher er ſie lieber ein Schnarchen (un ronquido) als ein Gebrüll (bramido) nennt. Das ſehr unheimliche Geräuſch des Vulkans Pichincha, das ich mehrmals ohne darauf erfolgende Erdſtöße bei Nacht, in der Stadt Quito, gehört, hat etwas hell klirrendes, als würde mit Ketten geraſſelt und als ſtürzten glasartige Maſſen auf einander. Am Sangay beſchreibt Wiſſe das Geräuſch bald wie rollenden Donner, bald abgeſetzt und trocken, als befände man ſich in nahem Peloton-Feuer. Bis Payta und San Buenaventura (im Choco), wo die bramidos des Sangay, d. i. ſein Krachen, gehört wurden, ſind vom Gipfel des Vulkans in ſüdweſtlicher Richtung 63 und 87 geographiſche Meilen. (Vergl. Carte de la Prov. du Choco und Carte hypsométrique des Cordillères, No. 23 und 3 von meinem Atlas géogr. et physique.) So ſind in dieſer mächtigen Natur, den Tungurahua und den, Quito näheren Cotopari, deſſen Krachen ich im Februar 1803 (Kleinere Schriften Bd. I. S. 384) in der Südſee gehört habe, mit eingerechnet, an nahen Punkten die Stimmen von vier Vulkanen vernommen worden. Die Alten erwähnen auch „des Unterſchiedes des Getöſes", welches auf den Aeoliſchen Inſeln zu verſchiedenen Zeiten derſelbe Feuerſchlund gebe (Strabo lib. VI p. 276). Bei dem großen Ausbruch (23 Januar 1835) des Vulkans von Conſeguina, welcher an der Südſee-Küſte am Eingange des Golfs von Fonſeca in Central-Amerika liegt, war die unterirdiſche Fortpflanzung des Schalles ſo groß, daß man letzteren auf der Hochebene von Bogota deutlichſt vernahm: eine Entfernung wie die vom Aetna bis Hamburg. (Acoſta in den Viajes cientificos de Mr. Boussingault á los Andes 1849 p. 56.)

[60] (S. 302.) Kosmos Bd. IV. S. 230.

[61] (S. 304.) Vergl. Strabo lib. V p. 248 Caſaub.: ἔχει ποικίλας τινάς; und lib. VI p. 276. — Ueber eine zwiefache Entſtehungsart der Inſeln äußert ſich der Geograph von Amaſia (VI p. 258) mit vielem geologiſchen Scharfſinn. Einige Inſeln, ſagt er (und er nennt ſie), „ſind Bruchſtücke des feſten Landes; andere ſind aus dem Meere, wie noch jetzt ſich zuträgt, hervorgegangen. Denn die

Hochsee-Inseln (die weit hinaus im Meere liegenden) wurden wahrscheinlich aus der Tiefe emporgehoben, hingegen die an Vorgebirgen liegenden und durch eine Meerenge getrennten ist es vernunftgemäßer als vom Festlande abgerissen zu betrachten." (Nach Verdeutschung von Groskurd.) — Die kleine Gruppe der Pithekusen bestand aus Ischia, wohl ursprünglich Aenaria genannt, und Procida (Prochyta). Warum man sich diese Gruppe als einen alten Affensitz dachte, warum die Griechen und die italischen Tyrrhener, also Etrusker, ihn als solchen benannten (Affen hießen tyrrhenisch ἄριμοι, Strabo lib. XIII p. 626); bleibt sehr dunkel, und hängt vielleicht mit dem Mythus zusammen, nach welchem die alten Bewohner von Jupiter in Affen verwandelt wurden. Der Affen-Name ἄριμοι erinnerte an Arima oder die Arimer des Homer Il. II, 783 und des Hesiodus, Theog. v. 301. Die Worte εἰν Ἀρίμοις des Homer werden in einigen Codd. in eins zusammengezogen, und in dieser Zusammenziehung finden wir den Namen bei den römischen Schriftstellern (Virg. Aen. IX, 716; Ovid. Metam. XIV, 88). Plinius (Hist. nat. III, 5) sagt sogar bestimmt: »Aenaria, Homero Inarime dicta, Graecis Pithecusa ....« Das homerische Land der Arimer, Typhons Lagerstätte, hat man im Alterthume selbst gesucht in Cilicien, Mysien, Lydien, in den vulkanischen Pithekusen, an dem Crater Puteolanus und in dem phrygischen Brandland, unter welchem Typhon einst lag, ja in der Katakekaumene. Daß in historischen Zeiten Affen auf Ischia gelebt haben, so fern von der afrikanischen Küste, ist um so unwahrscheinlicher, als, wie ich schon an einem anderen Orte bemerkt, selbst am Felsen von Gibraltar das alte Dasein der Affen nicht erwiesen scheint, weil Edrisi (im 12ten Jahrhundert) und andere, die Hercules-Straße so umständlich beschreibende, arabische Geographen ihrer nicht erwähnen. Plinius läugnet auch die Affen von Aenaria, leitet aber den Namen der Pithekusen auf die unwahrscheinlichste Weise von πίθος, dolium (a figlinis doliorum), her. „Die Hauptsache in dieser Untersuchung scheint mir", sagt Böckh, „daß Inarima ein durch gelehrte Deutung und Fiction entstandener Name der Pithekusen ist, wie Corcyra auf diese Weise zu Scheria wurde; und daß Aeneas mit den Pithekusen (Aeneae insulae) wohl erst durch die Römer in Verbindung gesetzt worden ist, welche überall in diesen Gegenden ihren Stammvater finden. Für den Zusammenhang mit

Aeneas ſoll auch Nävius zeugen im erſten Buche vom puniſchen Kriege.“

[62] (S. 304.) Pind. Pyth. I, 31. Vergl. Strabo V p. 245 und 248, XIII p. 627. Wir haben bereits oben (Kosmos Bd. IV. S. 253 Anm. 61) bemerkt, daß Typhon vom Caucaſus nach Unter-Italien floh: als deute die Mythe an, daß die vulkaniſchen Ausbrüche im letzteren Lande minder alt ſeien wie die auf dem caucaſiſchen Iſthmus. Von der Geographie der Vulkane wie von ihrer Geſchichte iſt die Betrachtung mythiſcher Anſichten im Volksglauben nicht zu trennen. Beide erläutern ſich oft gegenſeitig. Was auf der Oberfläche der Erde für die mächtigſte der bewegenden Kräfte gehalten wurde (Ariſtot. Meteorol. II. 8, 3): der Wind, das eingeſchloſſene Pneuma; wurde als die allgemeine Urſach der Vulcanicität (der feuerſpeienden Berge und der Erdbeben) erkannt. Die Naturbetrachtung des Ariſtoteles war auf die Wechſelwirkung der äußeren und der inneren, unterirdiſchen Luft, auf eine Ausdünſtungs-Theorie, auf Unterſchiede von warm und kalt, von feucht und trocken, gegründet (Ariſtot. Meteor. II. 8, 1. 25. 31. und II. 9, 2). Je größer die Maſſe des „in unterirdiſchen und unterſeeiſchen Hohlgängen“ eingeſchloſſenen Windes iſt, je mehr ſie gehindert ſind, in ihrer natürlichen, weſentlichen Eigenſchaft, ſich weithin und ſchnell zu bewegen; deſto heftiger werden die Ausbrüche. »Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis« (Ovid. Metam. XV, 299). Zwiſchen dem Pneuma und dem Feuer iſt ein eigener Verkehr. (*Τὸ πῦρ ὅταν μετὰ πνεύματος ᾖ, γίνεται φλὸξ καὶ φέρεται ταχέως;* Ariſtot. Meteor. II. 8, 3. — *καὶ γὰρ τὸ πῦρ οἷον πνεύματός τις φύσις;* Theophraſt. de igne § 30 p. 715.) Auch aus den Wolken ſendet das plötzlich frei gewordene Pneuma den zündenden und weitleuchtenden Wetterſtrahl (*πρηστήρ*). „In dem Brandlande, der Katakekaumene von Lydien“, ſagt Strabo (lib. XIII p. 628), „werden noch drei, volle vierzig Stadien von einander entfernte Schlünde gezeigt, welche die Blaſebälge heißen; darüber liegen rauhe Hügel, welche wahrſcheinlich von den emporgeblaſenen Glühmaſſen aufgeſchichtet wurden.“ Schon früher hatte der Amaſier angeführt (lib. I p. 57): „daß zwiſchen den Cycladen (Thera und Theraſia) vier Tage lang Feuerflammen aus dem Meere hervorbrachen, ſo daß die ganze See ſiedete und brannte; und es wurde wie durch Hebel allmälig emporgehoben eine aus Glühmaſſen

zuſammengeſetzte Inſel.“ Alle dieſe ſo wohl beſchriebenen Erſcheinungen werden dem zuſammengepreßten Winde beigemeſſen, der wie elaſtiſche Dämpfe wirken ſoll. Die alte Phyſik kümmert ſich wenig um die einzelnen Weſenheiten des Stoffartigen; ſie iſt dynamiſch, und hängt an dem Maaße der bewegenden Kraft. Die Anſicht von der mit der Tiefe zunehmenden Wärme des Planeten als Urſach von Vulkanen und Erdbeben finden wir erſt gegen das Ende des dritten Jahrhunderts ganz vereinzelt unter Diocletian von einem chriſtlichen Biſchof in Afrika ausgeſprochen (Kosmos Bd. IV. S. 244). Der Pyriphlegethon des Plato nährt als Feuerſtrom, der im Erd-Inneren kreiſt, alle lavagebende Vulkane: wie wir ſchon oben (S. 305) im Texte erwähnt haben. In den früheſten Ahndungen der Menſchheit, in einem engen Ideenkreiſe, liegen die Keime von dem, was wir jetzt unter der Form anderer Symbole erklären zu können glauben.

[63] (S. 306.) Mount Edgecombe oder der St. Lazarus-Berg, auf der kleinen Inſel (Croze's Island bei Liſianſky), welche weſtlich neben der Nordhälfte der größeren Inſel Sitka oder Baranow im Norfolk-Sunde liegt; ſchon von Cook geſehen: ein Hügel theils von olivinreichem Baſalt, theils aus Feldſpath-Trachyt zuſammengeſetzt; von nur 2600 Fuß Höhe. Seine letzte große Eruption, viel Bimsſtein zu Tage fördernd, war vom Jahr 1796 (Lutké, Voyage autour du Monde 1836 T. III. p. 15). Acht Jahre darauf gelangte Cap. Liſianſky an den Gipfel, der einen Kraterſee enthält. Er fand damals an dem ganzen Berge keine Spuren der Thätigkeit.

[64] (S. 308.) Schon unter der ſpaniſchen Oberherrſchaft hatte 1781 der ſpaniſche Ingenieur, Don José Galiſteo, eine nur 6 Fuß größere Höhe des Spiegels der Laguna von Nicaragua gefunden als Baily in ſeinen verſchiedenen Nivellements von 1838 (Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 321).

[65] (S. 309.) Vergl. Sir Edward Belcher, Voyage round the World Vol. I. p. 185. Ich befand mich im Papagayo-Sturm nach meiner chronometriſchen Länge 19° 11′ weſtlich vom Meridian von Guayaquil: alſo 101° 29′ weſtlich von Paris, 220 geogr. Meilen weſtlich von dem Littoral von Coſta Rica.

[66] (S. 309.) Meine früheſte Arbeit über 17 gereihete Vulkane von Guatemala und Nicaragua iſt in der geographiſchen Zeitſchrift von Berghaus (Hertha Bd. VI. 1826 S. 131—161)

enthalten. Ich konnte damals außer dem alten Chronista Fuentes (lib. IX cap. 9) nur benutzen die wichtige Schrift von Domingo Juarros: Compendio de la Historia de la ciudad de Guatemala; wie die drei Karten von Galisteo (auf Befehl des mexicanischen Vicekönigs Matias de Galvez 1781 aufgenommen), von José Rossi y Rubi (Alcalde mayor de Guatemala, 1800), und von Joaquin Ysasi und Antonio de la Cerda (Alcalde de Granada): die ich großentheils handschriftlich besaß. Leopold von Buch hat in der französischen Uebersetzung seines Werkes über die canarischen Inseln meinen ersten Entwurf meisterhaft erweitert (Descr. physique des Iles Canaries 1836 p. 500—514); aber die Ungewißheit der geographischen Synonymie und die dadurch veranlaßten Namenverwechselungen haben viele Zweifel erregt: welche durch die schöne Karte von Baily und Saunders; durch Molina, Bosquejo de la Republica de Costa Rica; und durch das große, sehr verdienstliche Werk von Squier (Nicaragua, its People and Monuments, with Tables of the comparative Heights of the Mountains in Central America, 1852; s. Vol. I. p. 418 und Vol. II. p. 102) großentheils gelöst worden sind. Das wichtige Reisewerk, welches uns sehr bald Dr. Oersted unter dem Titel: Schilderung der Naturverhältnisse von Nicaragua und Costa Rica zu geben verspricht, wird neben ausgezeichneten botanischen und zoologischen Forschungen, welche der Hauptzweck der Unternehmung waren, auch Licht auf die geognostische Beschaffenheit von Central-Amerika werfen. Herr Oersted hat von 1846 bis 1848 dasselbe mannigfach durchstrichen und eine Sammlung von Gebirgsarten nach Kopenhagen zurückgebracht. Seinen freundschaftlichen Mittheilungen verdanke ich interessante Berichtigungen meiner fragmentarischen Arbeit. Nach den mir bekannt gewordenen, mit vieler Sorgfalt verglichenen Materialien, denen auch die sehr schätzbaren des preußischen General-Consuls in Central-Amerika, Herrn Hesse, beizuzählen sind, stelle ich die Vulkane von Central-Amerika, von Süden gegen Norden fortschreitend, folgendermaßen zusammen:

Ueber der Central-Hochebene von Cartago (4360 F.) in der Republik Costa Rica (Br. 10° 9′) erheben sich die drei Vulkane Turrialva, Irasu und Reventado: von denen die ersten beiden noch entzündet sind.

Volcan de Turrialva* (Höhe ohngefähr 10300 F.); ist nach Oersted vom Irasu nur durch eine tiefe, schmale Kluft getrennt. Sein Gipfel, aus welchem Rauchsäulen aufsteigen, ist noch unbestiegen.

Vulkan Irasu*, auch der Vulkan von Cartago genannt (10412 F.), in Nordost vom Vulkan Reventado; ist die Haupt-Esse der vulkanischen Thätigkeit auf Costa Rica: doch sonderbar zugänglich, und gegen Süden dergestalt in Terrassen getheilt, daß man den hohen Gipfel, von welchem beide Meere, das der Antillen und die Südsee, gesehen werden, fast ganz zu Pferde erreichen kann. Der etwa tausend Fuß hohe Aschen- und Rapilli-Kegel steigt aus einer Umwallungsmauer (einem Erhebungs-Krater) auf. In dem flacheren nordöstlichen Theil des Gipfels liegt der eigentliche Krater, von 7000 Fuß im Umfang, der nie Lavaströme ausgesendet hat. Seine Schlacken-Auswürfe sind oft (1723, 1726, 1821, 1847) von städte-zerstörenden Erdbeben begleitet gewesen; diese haben gewirkt von Nicaragua oder Rivas bis Panama. (Oersted.) Bei einer neuesten Besteigung des Irasu durch Dr. Carl Hoffmann im Anfang Mai 1855 sind der Gipfel-Krater und seine Auswurfs-Oeffnungen genauer erforscht worden. Die Höhe des Vulkans wird nach einer trigonometrischen Messung von Galindo zu 12000 span. Fuß angegeben oder, die vara cast. = 0',43 angesetzt, zu 10320 Pariser Fuß (Bonplandia Jahrgang 1856 No. 3).

El Reventado (8900 F.): mit einem tiefen Krater, dessen südlicher Rand eingestürzt ist und der vormals mit Wasser gefüllt war.

Vulkan Barba (über 7900 F.): nördlich von San José, der Hauptstadt von Costa Rica; mit einem Krater, der mehrere kleine Seen einschließt.

Zwischen den Vulkanen Barba und Orosi folgt eine Reihe von Vulkanen, welche die in Costa Rica und Nicaragua SO—NW streichende Hauptkette in fast entgegengesetzter Richtung, ost-westlich, durchschneidet. Auf einer solchen Spalte stehen: am östlichsten Miravalles und Tenorio (jeder dieser Vulkane ohngefähr 4400 F.); in der Mitte, südöstlich von Orosi, der Vulkan Rincon, auch Rincon de la Vieja* genannt (Squier Vol. II. p. 102), welcher jedes Frühjahr beim Beginn der Regenzeit kleine Aschen-Auswürfe zeigt; am westlichsten, bei der kleinen Stadt Alajuela,

der schwefelreiche Vulkan Votos* (7050 F.). Dr. Oersted vergleicht dieses Phänomen der Richtung vulkanischer Thätigkeit auf einer Queerspalte mit der ost-westlichen Richtung, die ich bei den mericanischen Vulkanen von Meer zu Meer aufgefunden.

Orosi*, noch jetzt entzündet: im südlichsten Theile des Staates von Nicaragua (4900 F.); wahrscheinlich der Volcan del Papagayo auf der Seekarte des Deposito hidrografico.

Die zwei Vulkane Mandeira und Ometepec* (3900 und 4900 F.): auf einer kleinen, von den aztekischen Bewohnern der Gegend nach diesen zwei Bergen benannten Insel (ome tepetl bedeutet: zwei Berge; vgl. Buschmann, aztekische Ortsnamen S. 178 und 171) in dem westlichen Theile der Laguna de Nicaragua. Der Insel-Vulkan Ometepec, fälschlich von Juarros Ometep genannt (Hist. de Guatem. T. I. p. 51), ist noch thätig. Er findet sich abgebildet bei Squier Vol. II. p. 235.

Der ausgebrannte Krater der Insel Zapatera, wenig erhaben über dem Seespiegel. Die Zeit der alten Ausbrüche ist völlig unbekannt.

Der Vulkan von Momobacho: am westlichen Ufer der Laguna de Nicaragua, etwas in Süden von der Stadt Granada. Da diese Stadt zwischen den Vulkanen von Momobacho (der Ort wird auch Mombacho genannt; Oviedo, Nicaragua ed. Ternaux p. 245) und Masaya liegt, so bezeichnen die Piloten bald den einen, bald den anderen dieser Kegelberge mit dem unbestimmten Namen des Vulkans von Granada.

Vulkan Massaya (Masaya), von dem bereits oben (S. 297—300) umständlicher gehandelt worden ist: einst ein Stromboli, aber seit dem großen Lava-Ausbruch von 1670 erloschen. Nach den interessanten Berichten von Dr. Scherzer (Sitzungsberichte der philos. hist. Classe der Akad. der Wiss. zu Wien Bd. XX. S. 58) wurden im April 1853 aus einem neu eröffneten Krater wieder starke Dampfwolken ausgestoßen. Der Vulkan von Massaya liegt zwischen den beiden Seen von Nicaragua und Managua, im Westen der Stadt Granada. Massaya ist nicht synonym mit dem Nindiri; sondern Massaya und Nindiri* bilden, wie Dr. Oersted sich ausdrückt, einen Zwillings-Vulkan, mit zwei Gipfeln und zwei verschiedenen Kratern, die beide Lavaströme gegeben haben. Der Lavastrom des Nindiri von 1775 hat den See

von Managua erreicht. Die gleiche Höhe beider ſo nahen Vulkane wird nur zu 2300 Fuß angegeben.

Volcan de Momotombo* (6600 F.), entzündet, auch oft donnernd, ohne zu rauchen: in Br. 12° 28′ 3 an dem nördlichen Ende der Laguna de Managua, der kleinen, ſculpturreichen Inſel Momotombito gegenüber (ſ. die Abbildung des Momotombo in Squier Vol. I. p. 233 und 302—312). Die Laguna de Managua liegt 26 Fuß höher als die, mehr als doppelt größere Laguna de Nicaragua, und hat keinen Inſel-Vulkan.

Von hier an bis zu dem Golf von Fonſeca oder Conchagua zieht ſich, in 5 Meilen Entfernung von der Südſee-Küſte, von SO nach NW eine Reihe von 6 Vulkanen hin, welche dicht an einander gedrängt ſind und den gemeinſamen Namen los Maribios führen (Squier Vol. I. p. 419, Vol. II. p. 123).

El Nuevo*: fälſchlich Volcan de las Pilas genannt, weil der Ausbruch vom 12 April 1850 am Fuß dieſes Berges ſtatt fand; ein ſtarker Lava-Ausbruch faſt in der Ebene ſelbſt! (Squier Vol. II. p. 105—110.)

Volcan de Telica*: ſchon im 16ten Jahrhundert (gegen 1529) während ſeiner Thätigkeit von Oviedo beſucht; öſtlich von Chinendaga, nahe bei Leon de Nicaragua: alſo etwas außerhalb der vorher angegebenen Richtung. Dieſer wichtige Vulkan, welcher viele Schwefeldämpfe aus einem 300 Fuß tiefen Krater ausſtößt, iſt vor wenigen Jahren von dem, mir befreundeten, naturwiſſenſchaftlich ſehr unterrichteten Prof. Julius Fröbel beſtiegen worden. Er fand die Lava aus glaſigem Feldſpath und Augit zuſammengeſetzt (Squier Vol. II. p. 115—117). Auf dem Gipfel, in 3300 Fuß Höhe, liegt ein Krater, in welchem die Dämpfe große Maſſen Schwefels abſetzen. Am Fuß des Vulkans iſt eine Schlammquelle (Salſe?).

Vulkan el Viejo*: der nördlichſte der gedrängten Reihe von ſechs Vulkanen. Er iſt vom Capitän Sir Edward Belcher im Jahr 1838 beſtiegen und gemeſſen worden. Das Reſultat der Meſſung war 5216 F. Eine neuere Meſſung von Squier gab 5630 F. Dieſer, ſchon zu Dampier's Zeiten ſehr thätige Vulkan iſt noch entzündet. Die feurigen Schlacken-Auswürfe werden häufig in der Stadt Leon geſehen.

Vulkan Guanacaure: etwas nördlich außerhalb der Reihe

der ſchwefelreiche Vulkan Votos* (7050 F.). Dr. Oerſted vergleicht dieſes Phänomen der Richtung vulkaniſcher Thätigkeit auf einer Queerſpalte mit der oſt-weſtlichen Richtung, die ich bei den mericaniſchen Vulkanen von Meer zu Meer aufgefunden.

Orosi*, noch jetzt entzündet: im ſüdlichſten Theile des Staates von Nicaragua (4900 F.); wahrſcheinlich der Volcan del Papagayo auf der Seekarte des Deposito hidrografico.

Die zwei Vulkane Mandeira und Ometepec* (3900 und 4900 F.): auf einer kleinen, von den aztekiſchen Bewohnern der Gegend nach dieſen zwei Bergen benannten Inſel (ome tepetl bedeutet: zwei Berge; vgl. Buſchmann, aztekiſche Ortsnamen S. 178 und 171) in dem weſtlichen Theile der Laguna de Nicaragua. Der Inſel-Vulkan Ometepec, fälſchlich von Juarros Ometep genannt (Hist. de Guatem. T. I. p. 51), iſt noch thätig. Er findet ſich abgebildet bei Squier Vol. II. p. 235.

Der ausgebrannte Krater der Inſel Zapatera, wenig erhaben über dem Seeſpiegel. Die Zeit der alten Ausbrüche iſt völlig unbekannt.

Der Vulkan von Momobacho: am weſtlichen Ufer der Laguna de Nicaragua, etwas in Süden von der Stadt Granada. Da dieſe Stadt zwiſchen den Vulkanen von Momobacho (der Ort wird auch Mombacho genannt; Oviedo, Nicaragua ed. Ternaux p. 245) und Maſaya liegt, ſo bezeichnen die Piloten bald den einen, bald den anderen dieſer Kegelberge mit dem unbeſtimmten Namen des Vulkans von Granada.

Vulkan Maſſaya (Maſaya), von dem bereits oben (S. 297—300) umſtändlicher gehandelt worden iſt: einſt ein Stromboli, aber ſeit dem großen Lava-Ausbruch von 1670 erloſchen. Nach den intereſſanten Berichten von Dr. Scherzer (Sitzungsberichte der philoſ. hiſt. Claſſe der Akad. der Wiſſ. zu Wien Bd. XX. S. 58) wurden im April 1853 aus einem neu eröffneten Krater wieder ſtarke Dampfwolken ausgeſtoßen. Der Vulkan von Maſſaya liegt zwiſchen den beiden Seen von Nicaragua und Managua, im Weſten der Stadt Granada. Maſſaya iſt nicht ſynonym mit dem Nindiri; ſondern Maſſaya und Nindiri* bilden, wie Dr. Oerſted ſich ausdrückt, einen Zwillings-Vulkan, mit zwei Gipfeln und zwei verſchiedenen Kratern, die beide Lavaſtröme gegeben haben. Der Lavaſtrom des Nindiri von 1775 hat den See

von Managua erreicht. Die gleiche Höhe beider ſo nahen Vulkane wird nur zu 2300 Fuß angegeben.

Volcan de Momotombo* (6600 F.), entzündet, auch oft donnernd, ohne zu rauchen: in Br. 12° 28′ an dem nördlichen Ende der Laguna de Managua, der kleinen, ſculpturreichen Inſel Momotombito gegenüber (ſ. die Abbildung des Momotombo in Squier Vol. I. p. 233 und 302—312). Die Laguna de Managua liegt 26 Fuß höher als die, mehr als doppelt größere Laguna de Nicaragua, und hat keinen Inſel-Vulkan.

Von hier an bis zu dem Golf von Fonſeca oder Conchagua zieht ſich, in 5 Meilen Entfernung von der Südſee-Küſte, von SO nach NW eine Reihe von 6 Vulkanen hin, welche dicht an einander gedrängt ſind und den gemeinſamen Namen los Maribios führen (Squier Vol. I. p. 419, Vol. II. p. 123).

El Nuevo*: fälſchlich Volcan de las Pilas genannt, weil der Ausbruch vom 12 April 1850 am Fuß dieſes Berges ſtatt fand; ein ſtarker Lava-Ausbruch faſt in der Ebene ſelbſt! (Squier Vol. II. p. 105—110.)

Volcan de Telica*: ſchon im 16ten Jahrhundert (gegen 1529) während ſeiner Thätigkeit von Oviedo beſucht; öſtlich von Chinendaga, nahe bei Leon de Nicaragua: alſo etwas außerhalb der vorher angegebenen Richtung. Dieſer wichtige Vulkan, welcher viele Schwefeldämpfe aus einem 300 Fuß tiefen Krater ausſtößt, iſt vor wenigen Jahren von dem, mir befreundeten, naturwiſſenſchaftlich ſehr unterrichteten Prof. Julius Fröbel beſtiegen worden. Er fand die Lava aus glaſigem Feldſpath und Augit zuſammengeſetzt (Squier Vol. II. p. 115—117). Auf dem Gipfel, in 3300 Fuß Höhe, liegt ein Krater, in welchem die Dämpfe große Maſſen Schwefels abſetzen. Am Fuß des Vulkans iſt eine Schlammquelle (Salſe?).

Vulkan el Viejo*: der nördlichſte der gedrängten Reihe von ſechs Vulkanen. Er iſt vom Capitän Sir Edward Belcher im Jahr 1838 beſtiegen und gemeſſen worden. Das Reſultat der Meſſung war 5216 F. Eine neuere Meſſung von Squier gab 5630 F. Dieſer, ſchon zu Dampier's Zeiten ſehr thätige Vulkan iſt noch entzündet. Die feurigen Schlacken-Auswürfe werden häufig in der Stadt Leon geſehen.

Vulkan Guanacaure: etwas nördlich außerhalb der Reihe

von el Nuevo zum Viejo, nur 3 Meilen von der Küſte des Golfs von Fonſeca entfernt.

Vulkan Conſeguina*: auf dem Vorgebirge, welches an dem ſüdlichen Ende des großen Golfs von Fonſeca vortritt (Br. 12° 50′); berühmt durch den furchtbaren, durch Erdbeben verkündigten Ausbruch vom 23 Januar 1835. Die große Verfinſterung bei dem Aſchenfall, der ähnlich, welche bisweilen der Vulkan Pichincha verurſacht hat, dauerte 43 Stunden lang. In der Entfernung weniger Fuße waren Feuerbrände nicht zu erkennen. Die Reſpiration war gehindert; und unterirdiſches Getöſe, gleich dem Abfeuern ſchweren Geſchützes, wurde nicht nur in Balize auf der Halbinſel Yucatan, ſondern auch auf dem Littoral von Jamaica und auf der Hochebene von Bogota, in letzterer auf mehr als 8000 Fuß Höhe über dem Meere wie in faſt hundert und vierzig geographiſchen Meilen Entfernung, gehört. (Juan Galindo in Silliman's American Journal Vol. XXVIII. 1835 p. 332—336; Acoſta, Viajes á los Andes 1849 p. 56, und Squier Vol. II. p. 110—113; Abbildung p. 163 und 165.) Darwin (Journal of researches during the voyage of the Beagle 1845 chapt. 14 p. 291) macht auf ein ſonderbares Zuſammentreffen von Erſcheinungen aufmerkſam: nach langem Schlummer brachen an Einem Tage (zufällig?) Conſeguina in Central-Amerika, Aconcagua und Corcovado (ſüdl. Br. 32° ¾ und 43° ½) in Chili aus.

Vulkan von Conchagua oder von Amalapa: an dem nördlichen Eingange des Golfs von Fonſeca, dem Vulkan Conſeguina gegenüber; bei dem ſchönen Puerto de la Union, dem Hafen der nahen Stadt San Miguel.

Von dem Staat von Coſta Rica an bis zu dem Vulkan Conchagua folgt demnach die gedrängte Reihe von 20 Vulkanen der Richtung SO—NW; bei Conchagua aber in den Staat von San Salvador eintretend, welcher in der geringen Länge von 40 geogr. Meilen 5 jetzt mehr oder weniger thätige Vulkane zählt, wendet ſich die Reihung, wie die Südſee-Küſte ſelbſt, mehr OSO—WNW, ja faſt O—W: während das Land gegen die öſtliche, antilliſche Küſte (gegen das Vorgebirge Gracias á Dios) hin in Honduras und los Mosquitos plötzlich auffallend anſchwillt (vergl. oben S. 307). Erſt von den hohen Vulkanen von Alt-Guatemala an in Norden tritt, wie ſchon (S. 307) bemerkt wurde, gegen die Laguna von Atitlan hin, die ältere, allgemeine Richtung N 45° W wiederum ein: bis endlich in Chiapa und auf

dem Iſthmus von Tehuantepec ſich noch einmal, doch in unvulkaniſchen Gebirgsketten, die abnorme Richtung O—W offenbart. Der Vulkane des Staats San Salvador ſind außer dem von Conchagua noch folgende vier:

Vulkan von San Miguel Boſotlan* (Br. 13° 35′), bei der Stadt gleiches Namens: der ſchönſte und regelmäßigſte Trachytkegel nächſt dem Inſel-Vulkan Ometepec im See von Nicaragua (Squier Vol. II. p. 196). Die vulkaniſchen Kräfte ſind im Boſotlan ſehr thätig; derſelbe hatte einen großen Lava-Erguß am 20 Juli 1844.

Vulkan von San Vicente*: weſtlich vom Rio de Lempa, zwiſchen den Städten Sacatecoluca und Sacatelepe. Ein großer Aſchen-Auswurf geſchah nach Juarros 1643, und im Januar 1835 war bei vielem zerſtörenden Erdbeben eine langdauernde Eruption.

Vulkan von San Salvador (Br. 13° 47′), nahe bei der Stadt dieſes Namens. Der letzte Ausbruch iſt der von 1656 geweſen. Die ganze Umgegend iſt heftigen Erdſtößen ausgeſetzt; der vom 16 April 1854, dem kein Getöſe voranging, hat faſt alle Gebäude in San Salvador umgeſtürzt.

Vulkan von Izalco*, bei dem Dorfe gleiches Namens; oft Ammoniak erzeugend. Der erſte hiſtoriſch bekannte Ausbruch geſchah am 23 Februar 1770; die letzten, weitleuchtenden Ausbrüche waren im April 1798, 1805 bis 1807 und 1825 (ſ. oben S. 300, und Thompſon, Official Visit to Guatemala 1829 p. 512).

Volcan de Pacaya* (Br. 14° 23′): ohngefähr 3 Meilen in Südoſten von der Stadt Neu-Guatemala, am kleinen Alpenſee Amatitlan; ein ſehr thätiger, oft flammender Vulkan; ein gedehnter Rücken mit 3 Kuppen. Man kennt die großen Ausbrüche von 1565, 1651, 1671, 1677 und 1775; der letzte, viel Lava gebende, iſt von Juarros als Augenzeugen beſchrieben.

Es folgen nun die beiden Vulkane von Alt-Guatemala, mit den ſonderbaren Benennungen de Agua und de Fuego; in der Breite von 14° 12′, der Küſte nahe:

Volcan de Agua: ein Trachytkegel bei Escuintla, höher als der Pic von Teneriffa; von Obſidian-Maſſen (Zeugen alter Eruptionen?) umgeben. Der Vulkan, welcher in die ewige Schneeregion reicht, hat ſeinen Namen davon erhalten, daß ihm im Sept. 1541

eine (durch Erdbeben und Schneeschmelzen veranlaßte?) große Ueberschwemmung zugeschrieben wurde, welche die am frühesten gegründete Stadt Guatemala zerstörte und die Erbauung der zweiten, nord-nord-westlicher gelegenen und jetzt Antigua Guatemala genannten Stadt veranlaßte.

Volcan de Fuego*: bei Acatenango, fünf Meilen in WNW vom sogenannten Wasser-Vulkan. Ueber die gegenseitige Lage s. die in Guatemala gestochene und mir von da aus geschenkte, seltene Karte des Alcalde mayor, Don José Rossi y Rubi: Bosquejo del espacio que media entre los estremos de la Provincia de Suchitepeques y la Capital de Guatemala, 1800. Der Volcan de Fuego ist immer entzündet, doch jetzt viel weniger als ehemals. Die älteren großen Eruptionen waren von 1581, 1586, 1623, 1705, 1710, 1717, 1732, 1737 und 1799; aber nicht sowohl diese Eruptionen, sondern die zerstörenden Erdbeben, welche sie begleiteten, haben in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die spanische Regierung bewogen den zweiten Sitz der Stadt (wo jetzt die Ruinen von la Antigua Guatemala stehen) zu verlassen, und die Einwohner zu zwingen sich nördlicher, in der neuen Stadt Santiago de Guatemala, anzusiedeln. Hier, wie bei der Verlegung von Riobamba und mehrerer anderer den Vulkanen der Andeskette naher Städte, ist dogmatisch und leidenschaftlich ein Streit geführt worden über die problematische Auswahl einer Localität, „von der man nach den bisherigen Erfahrungen vermuthen dürfte, daß sie den Einwirkungen naher Vulkane (Lavaströmen, Schlacken-Auswürfen und Erdbeben!) wenig ausgesetzt wäre". Der Volcan de Fuego hat 1852 in einem großen Ausbruch einen Lavastrom gegen das Littoral der Südsee ergossen. Capitän Basil Hall maß unter Segel beide Vulkane von Alt-Guatemala, und fand für den Volcan de Fuego 13760, für den Volcan de Agua 13983 Pariser Fuß. Die Fundamente dieser Messung hat Poggendorff geprüft. Er hat die mittlere Höhe beider Berge geringer gefunden und auf ohngefähr 12300 Fuß reducirt.

Volcan de Quesaltenango* (Br. 15° 10′), entzündet seit 1821 und rauchend: neben der Stadt gleichen Namens; eben so sollen entzündet sein die drei Kegelberge, welche südlich den Alpensee Atitlan (im Gebirgsstock Solola) begrenzen. Der von Juarros benannte Vulkan von Tajamulco kann wohl nicht mit dem

Vulkan von Quesaltenango identisch sein, da dieser von dem Dörfchen Tajamulco, südlich von Tejutla, 10 geogr. Meilen in NW entfernt ist.

Was sind die zwei von Junel genannten Vulkane von Sacatepequez und Sapotitlan, oder Bruë's Volcan de Amilpas?

Der große Vulkan von Soconusco: liegend an der Grenze von Chiapa, 7 Meilen südlich von Ciudad Real, in Br. 16° 2′.

Ich glaube am Schluß dieser langen Note abermals erinnern zu müssen, daß die hier angegebenen barometrischen Höhen-Bestimmungen theils von Espinache herrühren, theils den Schriften und Karten von Baily, Squier und Molina entlehnt, und in Pariser Fußen ausgedrückt sind.

[67] (S. 309.) Als gegenwärtig mehr oder weniger thätige Vulkane sind mit Wahrscheinlichkeit folgende 18 zu betrachten, also fast die Hälfte aller von mir aufgeführten, in der Vor- und Jetztzeit thätigen Vulkane: Irasu und Turrialva bei Cartago, el Rincon de la Vieja, Votos (?) und Orosi; der Insel-Vulkan Ometepec, Nindiri, Momotombo, el Nuevo am Fuß des Trachyt-Gebirges las Pilas, Telica, el Viejo, Conseguina, San Miguel Bosotlan, San Vicente, Izalco, Pacaya, Volcan de Fuego (de Guatemala) und Quesaltenango. Die neuesten Ausbrüche sind gewesen: die von el Nuevo bei las Pilas 18 April 1850, San Miguel Bosotlan 1848, Conseguina und San Vicente 1835, Izalco 1825, Volcan de Fuego bei Neu-Guatemala 1799 und 1852, Pacaya 1775.

[68] (S. 310.) Vergl. Squier, Nicaragua Vol. II. p. 103 mit p. 106 und 111, wie auch seine frühere kleine Schrift On the Volcanos of Central America 1850 p. 7; L. de Buch, Iles Canaries p. 506: wo der aus dem Vulkan Nindiri 1775 ausgebrochene, ganz neuerdings von einem sehr wissenschaftlichen Beobachter, Dr. Oersted, wieder gesehene Lavastrom erwähnt ist.

[69] (S. 312.) S. alle Fundamente dieser mexicanischen Ortsbestimmungen und ihre Vergleichung mit den Beobachtungen von Don Joaquin Ferrer in meinem Recueil d'Observ. astron. Vol. II. p. 521, 529 und 536—550, und Essai pol. sur la Nouvelle-Espagne T. I. p. 55—59 und 176, T. II. p. 173. Ueber die astronomische Ortsbestimmung des Vulkans von Colima, nahe der Südsee-Küste, habe ich selbst früh Zweifel erregt (Essai pol.

T. I. p. 68, T. II. p. 180). Nach Höhenwinkeln, die Cap. Baſil Hall unter Segel genommen, läge der Vulkan in Br. 19° 36′: alſo einen halben Grad nördlicher, als ich ſeine Lage aus Itinerarien geſchloſſen; freilich ohne abſolute Beſtimmungen für Selagua und Petatlan, auf die ich mich ſtützte. Die Breite 19° 25′, welche ich im Text angegeben habe, iſt, wie die Höhen-Beſtimmung (11266 F.), vom Cap. Beechey (Voyage Part II. p. 587). Die neueſte Karte von Laurie (The Mexican and Central States of America 1853) giebt 19° 20′ für die Breite an. Auch kann die Breite vom Jorullo um 2—3 Minuten falſch ſein, da ich dort ganz mit geologiſchen und topographiſchen Arbeiten beſchäftigt war, und weder die Sonne noch Sterne zur Breiten-Beſtimmung ſichtbar wurden. Vergl. Baſil Hall, Journal written on the Coast of Chili, Peru and Mexico 1824 Vol. II. p. 379; Beechey, Voyage Part II. p. 587; und Humboldt, Essai pol. T. I. p. 68, T. II. p. 180. Nach den treuen, ſo überaus maleriſchen Anſichten, welche Moritz Rugendas von dem Vulkan von Colima entworfen und die in dem Berliner Muſeum aufbewahrt werden, unterſcheidet man zwei einander nahe Berge: den eigentlichen, immer Rauch ausſtoßenden Vulkan, der ſich mit wenig Schnee bedeckt; und die höhere Nevada, welche tief in die Region des ewigen Schnees aufſteigt.

[70] (S. 316.) Folgendes iſt das Reſultat der Längen- und Höhen-Beſtimmung von den fünf Gruppen der Reihen-Vulkane in der Andeskette, wie auch die Angabe der Entfernung der Gruppen von einander: eine Angabe, welche die Verhältniſſe des Areals erläutert, das vulkaniſch oder unvulkaniſch iſt:

I. Gruppe der mericaniſchen Vulkane. Die Spalte, auf der die Vulkane ausgebrochen ſind, iſt von Oſt nach Weſt gerichtet, vom Orizaba bis zum Colima, in einer Erſtreckung von 98 geogr. Meilen; zwiſchen Br. 19° und 19° 20′. Der Vulkan von Turtla liegt iſolirt 32 Meilen öſtlicher als Orizaba, der Küſte des mericaniſchen Golfes nahe, und in einem Parallelkreiſe (18° 28′), der einen halben Grad ſüdlicher iſt.

II. Entfernung der mericaniſchen Gruppe von der nächſtfolgenden Gruppe Central-Amerika's (Abſtand vom Vulkan von Orizaba zum Vulkan von Soconusco in der Richtung OSO—WNW): 75 Meilen.

III. Gruppe der Vulkane von Central-Amerika: ihre

Länge von SO nach NW, vom Vulkan von Soconusco bis Turrialva in Costa Rica, über 170 Meilen.

IV. Entfernung der Gruppe Central-Amerika's von der Vulkan-Reihe von Neu-Granada und Quito: 157 Meilen.

V. Gruppe der Vulkane von Neu-Granada und Quito; ihre Länge vom Ausbruch in dem Paramo de Ruiz nördlich vom Volcan de Tolima bis zum Vulkan von Sangay: 118 Meilen. Der Theil der Andeskette zwischen dem Vulkan von Puracé bei Popayan und dem südlichen Theile des vulkanischen Bergknotens von Pasto ist NNO — SSW gerichtet. Weit östlich von den Vulkanen von Popayan, an den Quellen des Rio Fragua, liegt ein sehr isolirter Vulkan, welchen ich nach der mir von Missionaren von Timana mitgetheilten Angabe auf meine General-Karte der Bergknoten der südamerikanischen Cordilleren eingetragen habe; Entfernung vom Meeresufer 38 Meilen.

VI. Entfernung der Vulkan-Gruppe Neu-Granada's und Quito's von der Gruppe von Peru und Bolivia: 240 Meilen; die größte Länge einer vulkanfreien Kette.

VII. Gruppe der Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia: vom Volcan de Chacani und Arequipa bis zum Vulkan von Atacama (16° ¼ — 21° ½) 105 Meilen.

VIII. Entfernung der Gruppe Peru's und Bolivia's von der Vulkan-Gruppe Chili's: 135 Meilen. Von dem Theil der Wüste von Atacama, an dessen Rand sich der Vulkan von San Pedro erhebt, bis weit über Copiapo hinaus, ja bis zum Vulkan von Coquimbo (30° 5′) in der langen Cordillere westlich von den beiden Provinzen Catamarca und Rioja, steht kein vulkanischer Kegel.

IX. Gruppe von Chili: vom Vulkan von Coquimbo bis zum Vulkan San Clemente 242 Meilen.

Diese Schätzungen der Länge der Cordilleren mit der Krümmung, welche aus der Veränderung der Achsenrichtung entsteht, von dem Parallel der mexicanischen Vulkane in 19° ¼ nördlicher Breite bis zum Vulkan von San Clemente in Chili (46° 8′ südl. Breite); geben für einen Abstand von 1242 Meilen einen Raum von 635 Meilen, der mit fünf Gruppen gereihter Vulkane (Mexico, Central-Amerika, Neu-Granada mit Quito, Peru mit Bolivia, und Chili) bedeckt ist; und einen wahrscheinlich ganz vulkanfreien Raum von 607 Meilen. Beide Räume sind sich ohngefähr

gleich. Ich habe sehr bestimmte numerische Verhältnisse angegeben, wie sie sorgfältige Discussion eigener und fremder Karten dargeboten, damit man mehr angeregt werde dieselben zu verbessern. Der längste vulkanfreie Theil der Cordilleren ist der zwischen den Gruppen Neu-Granada-Quito und Peru-Bolivia. Er ist zufällig dem gleich, welchen die Vulkane von Chili bedecken.

[71] (S. 317.) Die Gruppe der Vulkane von Mexico umfaßt die Vulkane von Orizaba*, Popocatepetl*, Toluca (oder Cerro de San Miguel de Tutucuitlapilco), Jorullo*, Colima* und Turtla*. Die noch entzündeten Vulkane sind hier, wie in ähnlichen Listen, mit einem Sternchen bezeichnet.

[72] (S. 317.) Die Vulkan-Reihe von Central-Amerika ist in den Anmerkungen 66 und 67 aufgezählt.

[73] (S. 317.) Die Gruppe von Neu-Granada und Quito umfaßt den Paramo y Volcan de Ruiz*, die Vulkane von Tolima, Puracé* und Sotará bei Popayan; den Volcan del Rio Fragua, eines Zuflusses des Caqueta; die Vulkane von Pasto, el Azufral*, Cumbal*, Tuquerres*, Chiles, Imbaburu, Cotocachi, Rucu-Pichincha, Antisana (?), Cotopari*, Tungurahua*, Capac-Urcu oder Altar de los Collanes (?), Sangay*.

[74] (S. 317.) Die Gruppe des südlichen Peru und Bolivia's enthält von Norden nach Süden folgende 14 Vulkane:

Vulkan von Chacani (nach Curzon und Meyen auch Charcani genannt): zur Gruppe von Arequipa gehörig und von der Stadt aus sichtbar; er liegt am rechten Ufer des Rio Quilca: nach Pentland, dem genauesten geologischen Forscher dieser Gegend, in Br. 16° 11′; acht Meilen südlich von dem Nevado de Chuquibamba, der über 18000 Fuß Höhe geschätzt wird. Handschriftliche Nachrichten, die ich besitze, geben dem Vulkan von Chacani 18391 Fuß. Im südöstlichen Theil des Gipfels sah Curzon einen großen Krater.

Vulkan von Arequipa*: Br. 16° 20′; drei Meilen in NO von der Stadt. Ueber seine Höhe (17714 F.?) vergleiche Kosmos Bd. IV. S. 292 und Anm. 45. Thaddäus Hänke, der Botaniker der Expedition von Malaspina (1796), Samuel Curzon aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika (1811) und Dr. Weddell (1847) haben den Gipfel erstiegen.

Meyen ſah im Auguſt 1831 große Rauchſäulen aufſteigen; ein Jahr früher hatte der Vulkan Schlacken, aber nie Lavaſtröme ausgeſtoßen (Meyen's Reiſe um die Erde Th. II. S. 33).

Volcan de Omato: Br. 16° 50′; er hatte einen heftigen Auswurf im Jahre 1667.

Volcan de Uvillas oder Uvinas: ſüdlich von Apo; ſeine letzten Ausbrüche waren aus dem 16ten Jahrhundert.

Volcan de Pichu-Pichu: vier Meilen in Oſten von der Stadt Arequipa (Br. 16° 25′); unfern dem Paſſe von Cangallo 9076 F. über dem Meere.

Volcan Viejo: Br. 16° 55′; ein ungeheurer Krater mit Lavaſtrömen und viel Bimsſtein.

Die eben genannten 6 Vulkane bilden die Gruppe von Arequipa.

Volcan de Tacora oder Chipicani, nach Pentland's ſchöner Karte des Sees von Titicaca; Br. 17° 45′, Höhe 18520 Fuß.

Volcan de Sahama*: 20970 Fuß Höhe, Br. 18° 7′; ein abgeſtumpfter Kegel von der regelmäßigſten Form; vergl. Kosmos Bd. IV. S. 276 Anm. 47. Der Vulkan Sahama iſt (nach Pentland) 870 franz. Fuß höher als der Chimborazo, aber 6240 F. niedriger als der Mount Everest des Himalaya, welcher jetzt für den höchſten Gipfel Aſiens gehalten wird. Nach dem letzten officiellen Berichte des Colonel Waugh vom 1 März 1856 ſind die vier höchſten Berge der Himalaya-Kette: der Mount Everest (Gauriſchanka) in NO von Katmandu 27210 Par. Fuß, der Kuntſchinjinga nördlich von Darjiling 26417 F., der Dhaulagiri (Dhavalagirir) 25170 F. und Tſchumalari (Chamalari) 22468 F.

Vulkan Pomarape: 20360 Fuß, Br. 18° 8′; faſt ein Zwillingsberg mit dem zunächſt folgenden Vulkane.

Vulkan Parinacota: 20670 Fuß, Br. 18° 12′.

Die Gruppe der vier Trachytkegel Sahama, Pomarape, Parinacota und Gualatieri, welche zwiſchen den Parallelkreiſen von 18° 7′ und 18° 25′ liegt, iſt nach Pentland's trigonometriſcher Beſtimmung höher als der Chimborazo, höher als 20100 Fuß.

Vulkan Gualatieri*: 20604 Fuß, Br. 18° 25′; in der boliviſchen Provinz Carangas; nach Pentland ſehr entzündet (Hertha Bd. XIII. 1829 S. 21).

Unfern der Sahama-Gruppe, 18° 7′ bis 18° 25′, verän-

dert plötzlich die Vulkan-Reihe und die ganze Andeskette, der sie westlich vorliegt, ihr Streichen, und geht von der Richtung Südost gen Nordwest in die bis zur Magellanischen Meerenge allgemein werdende von Norden nach Süden plötzlich über. Von diesem wichtigen Wendepunkt, dem Littoral-Einschnitt bei Arica (18° 28′), welcher eine Analogie an der west-afrikanischen Küste im Golf von Biafra hat, habe ich gehandelt im Bd. I. des Kosmos S. 310 und 472 Anm. 17.

Vulkan Isluga: Br. 19° 20′, in der Provinz Tarapaca, westlich von Carangas.

Volcan de San Pedro de Atacama: am nordöstlichen Rande des Desierto gleiches Namens, nach der neuen Special-Karte der wasserleeren Sandwüste (Desierto) von Atacama vom Dr. Philippi in Br. 22° 16′, vier geogr. Meilen nordöstlich von dem Städtchen San Pedro, unweit des großen Nevado de Chorolque.

Es giebt keinen Vulkan von 21° ½ bis 30°; und nach einer so langen Unterbrechung, von mehr als 142 Meilen, zeigt sich zuerst wieder die vulkanische Thätigkeit im Vulkan von Coquimbo. Denn die Existenz eines Vulkans von Copiapo (Br. 27° 28′) wird von Meyen geläugnet, während sie der des Landes sehr kundige Philippi bestätigt.

[75] (S. 317.) Die geographische und geologische Kenntniß der Gruppe von Vulkanen, welche wir unter dem gemeinsamen Namen der gereihten Vulkane von Chili begreifen, verdankt den ersten Anstoß zu ihrer Vervollkommnung, ja die Vervollkommnung selbst, den scharfsinnigen Untersuchungen des Capitäns Fitz-Roy in der denkwürdigen Expedition der Schiffe Adventure und Beagle, wie den geistreichen und ausführlicheren Arbeiten von Charles Darwin. Der Letztere hat mit dem ihm eigenen verallgemeinernden Blicke den Zusammenhang der Erscheinungen von Erdbeben und Ausbrüchen der Vulkane unter Einen Gesichtspunkt zusammengefaßt. Das große Naturphänomen, welches am 22 Nov. 1822 die Stadt Copiapo zerstörte, war von der Erhebung einer beträchtlichen Landstrecke der Küste begleitet; und während des ganz gleichen Phänomens vom 20 Febr. 1835, das der Stadt Concepcion so verderblich wurde, brach nahe dem Littoral der Insel Chiloe bei Bacalao Head ein unterseeischer Vulkan aus, welcher anderthalb Tage feurig

wüthete. Dies alles, von ähnlichen Bedingungen abhängig, iſt auch früher vorgekommen, und bekräftigt den Glauben: daß die Reihe von Felsinſeln, welche ſüdlich von Valdivia und von dem Fuerte Maullin den Fjörden des Feſtlandes gegenüberliegt: und Chiloe, den Archipel der Chonos und Huaytecas, la Peninsula de Tres Montes, und las Islas de la Campana, de la Madre de Dios, de Santa Lucia und los Lobos von 39° 53′ bis zum Eingang der Magellaniſchen Meerenge (52° 16′) begreift; der zerriſſene, über dem Meere hervorragende Kamm einer verſunkenen weſtlichſten Cordillere ſei. Allerdings gehört kein geöffneter trachytiſcher Kegelberg, kein Vulkan dieſen fractis ex aequore terris an; aber einzelne unterſeeiſche Eruptionen, welche bisweilen den mächtigen Erdſtößen gefolgt oder denſelben vorhergegangen ſind, ſcheinen auf das Daſein dieſer weſtlichen Spalte zu deuten. (Darwin on the connexion of volcanic phaenomena, the formation of mountain chains, and the effect of the same powers, by which continents are elevated: in den Transactions of the Geological Society, Second Series Vol. V. Part 3. 1840 p. 606–615 und 629—631; Humboldt, Essai pol. sur la Nouv. Espagne T. I. p. 190 und T. IV. p. 287.)

Die Reihenfolge der 24 Vulkane, welche die Gruppe von Chili umfaßt, iſt folgende, von Norden nach Süden, von dem Parallel von Coquimbo bis zu 46° ſüdlicher Breite gerechnet:

a) Zwiſchen den Parallelen von Coquimbo und Valparaiſo:

Volcan de Coquimbo (Br. 30° 5′); Meyen Th. I. S. 385

Vulkan Limari

Vulkan Chuapri

Vulkan Aconcagua*: WNW von Mendoza, Br. 32° 39′; Höhe 21584 Fuß nach Keller (ſ. Kosmos Bd. IV. S. 292 Anm. 47); aber nach der neueſten trigonometriſchen Meſſung des Ingenieurs Amado Piſſis (1854) nur 22301 engliſche oder 20924 Pariſer Fuß: alſo etwas niedriger als der Sahama, den Pentland jetzt zu 22350 engl. oder 20970 Pariſer Fuß annimmt; Gilliß, U. S. Naval Astr. Exp to Chili Vol. I. p. 13. Die geodätiſchen Fundamente ſeiner Meſſung des Aconcagua zu 6797 Metern hat Herr Piſſis, da ſie acht Dreiecke erforderte, in den Anales de la Universidad de Chile 1852 p. 219 entwickelt.

Der Peak Tupungato wird von Gilliß zu 22450 feet oder 21063 Par. Fuß Höhe und in 33° 22′ Breite angegeben; aber auf der Karte der Prov. Santiago von Pissis (Gilliß p. 45) steht 22016 feet oder 20655 Par. Fuß. Die letztere Zahl ist beibehalten (als 6710 Meter) von Pissis in den Anales de Chile 1850 p. 12.

b) Zwischen den Parallelen von Valparaiso und Concepcion:

Vulkan Mappu*: nach Gilliß (Vol. I. p. 13) Br. 34° 17′ (aber auf seiner General-Karte von Chili 33° 47′, gewiß irrthümlich) und Höhe 16572 Par. Fuß; von Meyen bestiegen. Das Trachyt-Gestein des Gipfels hat obere Juraschichten durchbrochen, in denen Leopold von Buch Exogyra Couloni, Trigonia costata und Ammonites biplex aus Höhen von 9000 Fuß erkannt hat (Description physique des Iles Canaries 1836 p. 471). Keine Lavaströme, aber Flammen- und Schlacken-Auswürfe aus dem Krater.

Vulkan Peteroa*: östlich von Talca, Br. 34° 53′; ein Vulkan, der oft entzündet ist und am 3 Dec. 1762 nach Molina's Beschreibung eine große Eruption gehabt hat; der vielbegabte Naturforscher Gay hat ihn 1831 besucht.

Volcan de Chillan: Br. 36° 2′; eine Gegend, welche der Missionar Havestadt aus Münster beschrieben hat. In ihrer Nähe liegt der Nevado Descabezado (35° 1′), welchen Domeyko bestiegen und Molina (irrthümlich) für den höchsten Berg von Chili erklärt hat. Von Gilliß ist seine Höhe 13100 engl. oder 12290 Par. Fuß geschätzt worden (U. St. Naval Astr. Expedition 1855 Vol. I. p. 16 und 371).

Vulkan Tucapel: westlich von der Stadt Concepcion; auch Silla veluda genannt; vielleicht ein ungeöffneter Trachytberg, der mit dem entzündeten Vulkan von Antuco zusammenhängt.

c) Zwischen den Parallelen von Concepcion und Valdivia:

Vulkan Antuco*: Br. 37° 7′; von Pöppig umständlich geognostisch beschrieben: ein basaltischer Erhebungs-Krater, aus dessen Innerem der Trachytkegel aufsteigt; Lavaströme, die an dem Fuß des Kegels, seltener aus dem Gipfel-Krater, ausbrechen (Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. S. 364). Einer dieser Ströme floß noch im Jahr 1828. Der fleißige Domeyko fand 1845 den Vulkan in voller Thätigkeit, und seine

Höhe nur 8368 Fuß (Pentland in Mary Somerville's Phys. Geography Vol. I. p. 186). Gilliß giebt für die Höhe 8672 F. an, und erwähnt neuer Ausbrüche im J. 1853. Zwiſchen Antuco und dem Descabezado iſt nach einer Nachricht, die mir der ausgezeichnete amerikaniſche Aſtronom, Hr. Gilliß, mitgetheilt, im Inneren der Cordillere am 25 Nov. 1847 ein neuer Vulkan aus der Tiefe erſtiegen, zu einem Hügel * von 300 Fuß. Die ſchwefligen und feurigen Ausbrüche ſind von Domeyko über ein Jahr lang geſehen worden. Weit öſtlich vom Vulkan Antuco, in einer Parallelkette der Andes, giebt Pöppig auch noch zwei thätige Vulkane: Punhamuidda * und Unalavquen *, an.

Vulkan Callaqui

Volcan de Villarica *: Br. 39° 14′

Vulkan Chiñal: Br. 39° 35′

Volcan de Panguipulli *: nach Major Philippi Br. 40° $\frac{3}{4}$

d) Zwiſchen den Parallelen von Valdivia und dem ſüdlichſten Cap der Inſel Chiloe:

Vulkan Ranco

Vulkan Oſorno oder Llanquihue: Br. 41° 9′, Höhe 6984 F.

Volcan de Calbuco *: Br. 41° 12′

Vulkan Guanahuca (Guanegue?)

Vulkan Minchinmadom: Br. 42° 48′, Höhe 7500 F.

Volcan del Corcovado *: Br. 43° 12′, Höhe 7046 F.

Vulkan Yanteles (Yntales): Br. 43° 29′, Höhe 7534 F. Ueber die vier letzten Höhen ſ. Cap. Fitz-Roy (Exped. of the Beagle Vol. III. p. 275) und Gilliß Vol. I. p. 13.

Vulkan San Clemente: der, nach Darwin aus Granit beſtehenden Peninsula de tres Montes gegenüber; Br. 46° 8′. Auf der großen Karte Südamerika's von La Cruz iſt ein ſüdlicherer Vulkan de los Gigantes, gegenüber dem Archipel de la Madre de Dios, in Br. 51° 4′, angegeben. Seine Exiſtenz iſt ſehr zweifelhaft.

Die Breiten in der vorſtehenden Tafel der Vulkane ſind meiſt der Karte von Piſſis, Allan Campbell und Claude Gay in dem vortrefflichen Werke von Gilliß (1855) entlehnt.

[76] (S. 318.) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 90.

[77] (S. 318.) Den 24 Januar 1804. S. mein Essai pol. sur la Nouv. Espagne T. I. p. 166.

[78] (S. 321.) Der Glimmerſchiefer-Bergknoten de los Robles

(Br. 2° 2′) und des Paramo de las Papas (Br. 2° 20′) enthält die, nicht 1½ Meilen von einander getrennten Alpenseen, Laguna de S. Iago und del Buey, aus deren ersterer die Cauca und zweiter der Magdalenenfluß entspringt, um, bald durch eine Central-Gebirgskette getrennt, sich erst in dem Parallel von 9° 27′ in den Ebenen von Mompox und Tenerife mit einander zu verbinden. Für die geologische Frage: ob die vulkanreiche Andeskette von Chili, Peru, Bolivia, Quito und Neu-Granada mit der Gebirgskette des Isthmus von Panama, und auf diese Weise mit der von Veragua und den Vulkan-Reihen von Costa Rica und ganz Central-Amerika, verzweigt sei? ist der genannte Bergknoten zwischen Popayan, Almaguer und Timana von großer Wichtigkeit. Auf meinen Karten von 1816, 1827 und 1831, deren Bergsysteme durch Brué in Joaquin Acosta's schöne Karte von Neu-Granada (1847) und andere Karten verbreitet worden sind, habe ich gezeigt, wie unter dem nördlichen Parallel von 2° 10′ die Andeskette eine Dreitheilung erleidet; die westliche Cordillere läuft zwischen dem Thal des Rio Cauca und dem Rio Atrato, die mittlere zwischen dem Cauca und dem Rio Magdalena, die östliche zwischen dem Magdalenen-Thale und den Llanos (Ebenen), welche die Zuflüsse des Marañon und Orinoco bewässern. Die specielle Richtung dieser drei Cordilleren habe ich nach einer großen Anzahl von Punkten bezeichnen können, welche in die Reihe der astronomischen Ortsbestimmungen fallen, von denen ich in Südamerika allein 152 durch Stern-Culminationen erlangt habe.

Die westliche Cordillere läuft östlich vom Rio Dagua, westlich von Cazeres, Roldanilla, Toro und Anserma bei Cartago, von SSW in NNO, bis zum Salto de San Antonio im Rio Cauca (Br. 5° 14′), welcher südwestlich von der Vega de Supia liegt. Von da und bis zu dem neuntausend Fuß hohen Alto del Viento (Cordillera de Abibe oder Avidi, Br. 7° 12′) nimmt die Kette an Höhe und Umfang beträchtlich zu, und verschmelzt sich in der Provinz Antioquia mit der mittleren oder Central-Cordillere. Weiter in Norden, gegen die Quellen der Rios Lucio und Guacuba, verläuft sich die Kette, in Hügelreihen vertheilt. Die Cordillera occidental, welche bei der Mündung des Dagua in die Bahia de San Buenaventura kaum 8 Meilen von der Südsee-Küste entfernt ist (Br. 3° 50′), hat die doppelte Entfernung im Parallel von Quibdo im Choco (Br. 5° 48′). Diese Bemerkung ist deshalb von einiger

Wichtigkeit, weil mit der westlichen Andeskette nicht das hochhüglige Land und die Hügelkette verwechselt werden muß, welche in dieser, an Waschgold reichen Provinz sich von Novita und Tado an längs dem rechten Ufer des Rio San Juan und dem linken Ufer des großen Rio Atrato von Süden nach Norden hinzieht. Diese unbedeutende Hügelreihe ist es, welche in der Quebrada de la Raspadura von dem, zwei Flüsse (den Rio San Juan oder Noanama und den Rio Quibdo, einen Zustrom des Atrato), und durch diese zwei Oceane verbindenden Canal des Mönches durchschnitten wird (Humboldt, Essai pol. T. I. p. 235); sie ist es auch, welche zwischen der von mir so lange vergeblich gerühmten Bahia de Cupica (Br. 6° 42′) und den Quellen des Napipi, der in den Atrato fällt, auf der lehrreichen Expedition des Cap. Kellet gesehen worden ist. (Vergl. a. a. O. T. I. p. 231; und Robert Fitz-Roy, Considerations on the great Isthmus of Central America, im Journal of the Royal Geogr. Soc. Vol. XX. 1851 p. 178, 180 und 186.)

Die mittlere Andeskette (Cordillera central), anhaltend die höchste, bis in die ewige Schneegrenze reichend, und in ihrer ganzen Erstreckung wie die westliche Kette fast von Süden nach Norden gerichtet, beginnt 8 bis 9 Meilen in Nordost von Popayan mit den Paramos von Guanacos, Huila, Iraca und Chinche. Weiter hin erheben sich von S gegen N zwischen Buga und Chaparral der langgestreckte Rücken des Nevado de Baraguan (Br. 4° 11′), la Montaña de Quindio, der schneebedeckte, abgestumpfte Kegel von Tolima, der Vulkan und Paramo de Ruizu nd die Mesa de Herveo. Diese hohen und rauhen Berg-Einöden, die man im Spanischen mit dem Namen Paramos belegt, sind durch ihre Temperatur und einen eigenthümlichen Vegetations-Charakter bezeichnet, und liegen in dem Theil der Tropengegend, welchen ich hier beschreibe, nach dem Mittel vieler meiner Messungen von 9500 bis 11000 Fuß über dem Meeresspiegel. In dem Parallel von Mariquita, des Herveo und des Salto de San Antonio des Cauca-Thals beginnt eine massenhafte Vereinigung der westlichen und der Central-Kette, deren oben Erwähnung geschehen ist. Diese Verschmelzung wird am auffallendsten zwischen jenem Salto und der Angostura und Cascada de Caramanta bei Supia. Dort liegt das Hochland der schwer zugänglichen Provinz Antioquia, welche nach Manuel Restrepo sich von 5° ¼ bis

8° 34′ erſtreckt, und in welcher wir in der Richtung von Süden nach Norden nennen als Höhenpunkte: Arma, Sonſon; nördlich von den Quellen des Rio Samana: Marinilla, Rio Negro (6420 F.) und Medellin (4548 F.); das Plateau von Santa Roſa (7944 F.) und Valle de Osos. Weiter hin über Cazeres und Zaragoza hinaus, gegen den Zuſammenfluß des Cauca und Nechi, verſchwindet die eigentliche Gebirgskette; und der öſtliche Abfall der Cerros de San Lucar, welchen ich bei der Beſchiffung und Aufnahme des Magdalena-Stromes von Badillas (Br. 8° 1′) und Paturia (Br. 7° 36′) aus geſehen, macht ſich nur bemerkbar wegen des Contraſtes der weiten Flußebene.

Die öſtliche Cordillere bietet das geologiſche Intereſſe dar, daß ſie nicht nur das ganze nördliche Bergſyſtem Neu-Granada's von dem Tieflande abſondert, aus welchem die Waſſer theils durch den Caguan und Caqueta dem Amazonenfluß, theils durch den Guaviare, Meta und Apure dem Orinoco zufließen; ſondern auch deutlichſt mit der Küſtenkette von Caracas in Verbindung tritt. Es findet nämlich dort ſtatt, was man bei Gangſyſtemen ein Anſcharen nennt: eine Verbindung von Gebirgsjöchern, die auf zwei Spalten von ſehr verſchiedener Richtung und wahrſcheinlich auch zu ſehr verſchiedenen Zeiten ſich erhoben haben. Die öſtliche Cordillere entfernt ſich weit mehr als die beiden anderen von der Meridian-Richtung, abweichend gegen Nordoſten, ſo daß ſie in den Schneebergen von Merida (Br. 8° 10′) ſchon 5 Längengrade öſtlicher liegt als bei ihrem Ausgang aus dem Bergknoten de los Robles unfern der Ceja und Timana. Nördlich von dem Paramo de la Suma Paz, öſtlich von der Puriſicacion, an dem weſtlichen Abhange des Paramo von Chingaza, in nur 8220 Fuß Höhe, erhebt ſich über einem Eichenwald die ſchöne, aber baumloſe und ernſte Hochebene von Bogota (Br. 4° 36′). Sie hat ohngefähr 18 geographiſche Quadratmeilen, und ihre Lage bietet eine auffallende Aehnlichkeit mit der des Beckens von Kaſchmir, das aber am Wuller-See, nach Victor Jacquemont, um 3200 Fuß minder hoch iſt und dem ſüdweſtlichen Abhange der Himalaya-Kette angehört. Von dem Plateau von Bogota und dem Paramo de Chingaza ab folgen in der öſtlichen Cordillere der Andes gegen Nordoſt die Paramos von Guachaneque über Tunja, von Zoraca über Sogamoſo; von Chita (15000 F.?), nahe den Quellen des Rio Caſanare, eines Zufluſſes des Meta; vom Almorzadero

(12060 F.) bei Socorro, von Cocota (10308 F.) bei Pamplona, von Laura und Porquera bei la Grita. Hier zwiſchen Pamplona, Salazar und Roſario (zwiſchen Br. 7° 8′ und 7° 50′) liegt der kleine Gebirgsknoten, von dem aus ſich ein Kamm von Süden nach Norden gegen Ocaña und Valle de Upar weſtlich von der Laguna de Maracaibo vorſtreckt und mit den Vorbergen der Sierra Nevada de Santa Marta (18000 Fuß?) verbindet. Der höhere und mächtigere Kamm fährt in der urſprünglichen Richtung nach Nordoſten gegen Merida, Trurillo und Barquiſimeto fort, um ſich dort öſtlich von der Laguna de Maracaibo der Granit-Küſtenkette von Venezuela, in Weſten von Puerto Cabello, anzuſchließen. Von der Grita und dem Paramo de Porquera an erhebt ſich die öſtliche Cordillere auf einmal wieder zu einer außerordentlichen Höhe. Es folgen zwiſchen den Parallelen von 8° 5′ und 9° 7′ die Sierra Nevada de Merida (Mucuchies), von Bouſſingault unterſucht und von Codazzi trigonometriſch zu 14136 Fuß Höhe beſtimmt; und die vier Paramos de Timotes, Niquitao, Boconó und de las Rosas, voll der herrlichſten Alpenpflanzen. (Vergl. Codazzi, Resúmen de la Geografía de Venezuela 1841 p. 12 und 495; auch meine Asie centrale über die Höhe des ewigen Schnees in dieſer Zone, T. III. p. 258—262.) Vulkaniſche Thätigkeit fehlt der weſtlichen Cordillere ganz; der mittleren iſt ſie eigen bis zum Tolima und Paramo de Ruiz, die aber vom Vulkan von Puracé faſt um drei Breitengrade getrennt ſind. Die öſtliche Cordillere hat nahe an ihrem öſtlichen Abfall, an dem Urſprung des Rio Fragua, nordöſtlich von Mocoa, ſüdöſtlich von Timana, einen rauchenden Hügel: entfernter vom Littoral der Südſee als irgend ein anderer noch thätiger Vulkan im Neuen Continent. Eine genaue Kenntniß der örtlichen Verhältniſſe der Vulkane zu der Gliederung der Gebirgszüge iſt für die Vervollkommnung der Geologie der Vulkane von höchſter Wichtigkeit. Alle älteren Karten, das einzige Hochland von Quito abgerechnet, konnten nur irre leiten.

[79] (S. 321.) Pentland in Mary Somerville's Phys. Geography (1851) Vol. I. p. 185. Der Pic von Vilcanoto (15970 F.), liegend in Br. 14° 28′, ein Theil des mächtigen Gebirgsſtockes dieſes Namens, oſt-weſtlich gerichtet, ſchließt das Nordende der Hochebene, in welcher der 22 geogr. Meilen lange See von Titicaca, ein kleines Binnenmeer, liegt.

[80] (S. 322.) Vergl. Darwin, Journal of researches into the Natural History and Geology during the Voyage of the Beagle 1845 p. 275, 291 und 310.

[81] (S. 324.) Junghuhn, Java Bd. I. S. 79.

[82] (S. 324.) A. a. O. Bd. III. S. 155 und Göppert, die Tertiärflora auf der Insel Java nach den Entdeckungen von Fr. Junghuhn (1854) S. 17. Die Abwesenheit der Monocotyledonen ist aber nur eigenthümlich den zerstreut auf der Oberfläche und besonders in den Bächen der Regentschaft Bantam liegenden verkieselten Baumstämmen; in den unterirdischen Kohlenschichten finden sich dagegen Reste von Palmenholz, die zwei Geschlechtern (Flabellaria und Amesoneuron) angehören. S. Göppert S. 31 und 35.

[83] (S. 325.) Ueber die Bedeutung des Wortes Mèru und die Vermuthungen, welche mir Burnouf über seinen Zusammenhang mit mira (einem Sanskrit-Worte für Meer) mitgetheilt, s. meine Asie centrale T. I. p. 114—116 und Lassen's Indische Alterthumskunde Bd. I. S. 847, der geneigt ist den Namen für nicht sanskritischen Ursprungs zu halten.

[84] (S. 325.) S. Kosmos Bd. IV. S. 284 und Anm. 6.

[85] (S. 326.) Gunung ist das javanische Wort für Berg, im Malayischen günong, das merkwürdigerweise nicht weiter über den ungeheuren Bereich des malayischen Sprachstammes verbreitet ist; s. die vergleichende Worttafel in meines Bruders Werke über die Kawi-Sprache Bd. II. S. 249 No. 62. Da es die Gewohnheit ist dieses Wort gunung den Namen der Berge auf Java vorzusetzen, so ist es im Texte durch ein einfaches G. angedeutet.

[86] (S. 326.) Léop. de Buch, Description physique des Iles Canaries 1836 p. 419. Aber nicht bloß Java (Junghuhn Th. I. S. 61 und Th. II. S. 547) hat einen Coloß, den Semeru von 11480 F., welcher also den Pic von Teneriffa um ein Geringes an Höhe übersteigt; dem, ebenfalls noch thätigen, aber, wie es scheint, minder genau gemessenen Pic von Indrapura auf Sumatra werden auch 11500 Fuß zugeschrieben (Th. I. S. 78 und Profil-Karte No. 1). Diesem stehen auf Sumatra am nächsten die Kuppe Telaman, welche einer der Gipfel des Ophir (nicht 12980, sondern nur 9010 F. hoch) ist; und der Merapi (nach Dr. Horner 8980 F.), der thätigste

unter den 13 Vulkanen von Sumatra, der aber (Th. II. S. 294 und Junghuhn's Battaländer 1847 Th. I. S. 25), bei der Gleichheit des Namens, nicht zu verwechſeln iſt mit zwei Vulkanen auf Java: dem berühmten Merapi bei Jogjakerta (8640 F.) und dem Merapi als öſtlichem Gipfeltheile des Vulkans Idjen (8065 F.). Man glaubt in dem Merapi wieder den heiligen Namen Meru, mit dem malayiſchen und javaniſchen Worte api, Feuer, verbunden, zu erkennen.

[87] (S. 326.) Junghuhn, Java Bd. I. S. 80.

[88] (S. 327.) Vergl. Joſ. Hooker, Sketch-Map of Sikhim 1850, und in ſeinen Himalaya Journals Vol. I. 1854 Map of part of Bengal; wie auch Strachey, Map of West-Nari in ſeiner Physical Geography of Western Tibet 1853.

[89] (S. 328.) Junghuhn, Java Bd. II. fig. IX S. 572, 596 und 601—604. Von 1829 bis 1848 hat der kleine Auswurfs-Krater des Bromo 8 feurige Eruptionen gehabt. Der Kraterſee, welcher 1842 verſchwunden war, hatte ſich 1848 wieder gebildet, aber nach den Beobachtungen von B. van Herwerden ſoll die Anweſenheit des Waſſers im Keſſelſchlunde gar nicht den Ausbruch glühender, weit geſchleuderter Schlacken gehindert haben.

[90] (S. 328.) Junghuhn Bd. II. S. 624—641.

[91] (S. 328.) Der G. Pepandajan iſt 1819 von Reinwardt, 1837 von Junghuhn erſtiegen worden. Der Letztere, welcher die Umgebung des Berges, ein mit vielen eckigen ausgeworfenen Lavablöcken bedecktes Trümmerfeld, genau unterſucht und mit den früheſten Berichten verglichen hat, hält die durch ſo viele ſchätzbare Werke verbreitete Nachricht, daß ein Theil des eingeſtürzten Berges und ein Areal von mehreren Quadratmeilen während des Ausbruchs von 1772 verſunken ſei, für ſehr übertrieben; Junghuhn Bd. II. S. 98 und 100.

[92] (S. 328.) Kosmos Bd. IV. S. 9, Anm. 30 zu S. 232; und Voyage aux Régions équinox. T. II. p. 16.

[93] (S. 330.) Junghuhn Bd. II. S. 241—246.

[94] (S. 330.) A. a. O. S. 566, 590 und 607—609.

[95] (S. 330.) Leop. von Buch, phyſ. Beſchr. der canariſchen Inſeln S. 206, 218, 248 und 289.

[96] (S. 331.) Barranco und barranca, beide gleichbedeutend und beide genugſam im ſpaniſchen Amerika gebraucht, bezeichnen

allerdings eigentlich eine Waſſerfurche, einen Waſſerriß: la quiebra que hacen en la tierra las corrientes de las aguas; — »una torrente que hace barrancas«; weiter bezeichnen ſie auch jegliche Schlucht. Daß aber das Wort barranca mit barro, Thon, weicher, feuchter Letten, auch Wegkoth, zuſammenhange: iſt zu bezweifeln.

[97] (S. 331.) Lyell, Manual of elementary Geology 1855 chapt. XXIX p. 497. Die auffallendſte Analogie mit dem Phänomen regelmäßiger Geripptheit auf Java bietet die Oberfläche des Somma-Mantels am Veſuv dar, über deſſen 70 Faltungen ein ſcharfſinniger und genau meſſender Beobachter, der Aſtronom Julius Schmidt, viel Licht verbreitet hat (die Eruption des Veſuvs im Mai 1855 S. 101—109). Dieſe Thalfurchen ſind nach Leop. von Buch ihrem primitiven Urſprunge nach nicht Regenriſſe (fiumare), ſondern Folgen der Zerſprengtheit (Faltung, étoilement) bei erſter Erhebung der Vulkane. Auch die meiſt radiale Stellung der Seiten-Ausbrüche gegen die Achſe der Vulkane ſcheint damit zuſammenzuhangen (S. 129).

[98] (S. 331.) »L'obsidienne et par conséquent les pierres-ponces sont aussi rares à Java que le trachyte lui-même. Un autre fait très curieux c'est l'absence de toute coulée de lave dans cette île volcanique. Mr. Reinwardt, qui lui-même a observé un grand nombre d'éruptions, dit expressément qu'on n'a jamais eu d'exemples que l'éruption la plus violente et la plus dévastatrice ait été accompagnée de laves.« Léop. de Buch, Description des Iles Canaries p. 419. In den vulkaniſchen Gebirgsarten von Java, welche das Mineralien-Cabinet zu Berlin dem Dr. Junghuhn verdankt, ſind Diorit-Trachyte, aus Oligoklas und Hornblende zuſammengeſetzt, deutlichſt zu erkennen zu Burung-agung S. 255 des Leidner Catalogs, zu Tjinas S. 232 und im Gunung Parang, der im Diſtrict Batu-gangi liegt. Das iſt alſo identiſch die Formation von dioritiſchem Trachyte der Vulkane Orizaba und Toluca von Mexico, der Inſel Panaria in den Liparen und Aegina im ägäiſchen Meer!

[99] (S. 332.) Junghuhn Bd. II. S. 309 und 314. Die feurigen Streifen, welche man am Vulkan G. Merapi ſah, waren gebildet durch nahe zuſammengedrängte Schlackenſtröme (traînées de fragmens), durch unzuſammenhangende Maſſen, die beim Ausbruch nach derſelben Seite hin herabrollen und bei ſehr ver-

ſchiedenem Gewicht am jähen Abfall auf einander ſtoßen. Bei dem Ausbruch des G. Lamongan am 26 März 1847 hat ſich, einige hundert Fuß unterhalb des Ortes ihres Urſprungs, eine ſolche bewegte Schlackenreihe in zwei Arme getheilt. „Der feurige Streifen", heißt es ausdrücklich (Bd. II. S. 767), „beſtand nicht aus wirklich geſchmolzener Lava, ſondern aus dicht hinter einander rollenden Lava-Trümmern." Der G. Lamongan und der G. Semeru ſind gerade die beiden Vulkane der Inſel Java, welche durch ihre Thätigkeit in langen Perioden dem kaum 2800 Fuß hohen Stromboli am ähnlichſten gefunden werden, da ſie, wenn gleich in Höhe ſo auffallend verſchieden (der Lamongan 5010 und der Semeru 11480 Fuß hoch), der erſtere nach Pauſen von 15 bis 20 Minuten (Eruption vom Juli 1838 und März 1847), der andere von 1½ bis 3 Stunden (Eruption vom Auguſt 1836 und September 1844), Schlacken-Auswürfe zeigten (Bd. II. S. 554 und 765—769). Auf Stromboli ſelbſt kommen neben vielen Schlacken-Auswürfen auch kleine, aber ſeltene Lava-Ergießungen vor, welche, durch Hinderniſſe aufgehalten, bisweilen am Abhange des Kegels erſtarren. Ich lege eine große Wichtigkeit auf die verſchiedenen Formen der Continuität oder Sonderung, unter denen ganz oder halb geſchmolzene Materien ausgeſtoßen oder ergoſſen werden, ſei es aus denſelben oder aus verſchiedenen Vulkanen. Analoge Forſchungen, unter verſchiedenen Zonen und nach leitenden Ideen unternommen, ſind ſehr zu wünſchen bei der Armuth und großen Einſeitigkeit der Anſichten, zu welcher die vier thätigen europäiſchen Vulkane führen. Die von mir 1802, von meinem Freunde Bouſſingault 1831 aufgeworfene Frage: ob in den Cordilleren von Quito der Antiſana Lavaſtröme gegeben habe? die wir weiter unten berühren, findet vielleicht in den Ideen der Sonderung des Flüſſigen ihre Löſung. Der weſentliche Charakter eines Lavaſtroms iſt der einer gleichmäßigen, zuſammenhangenden Flüſſigkeit, eines bandartigen Stromes, aus welchem beim Erkalten und Verhärten ſich an der Oberfläche Schalen ablöſen. Dieſe Schalen, unter denen die, faſt homogene Lava lange fortfließt, richten ſich theilweiſe durch Ungleichheit der inneren Bewegung und Entwickelung heißer Gas-Arten ſchief oder ſenkrecht auf; und wenn ſo mehrere Lavaſtröme zuſammenfließend einen Lavaſee, wie in Island, bilden, ſo entſteht nach der Erkaltung ein Trümmerfeld. Die Spanier, beſonders in Mexico, nennen eine ſolche,

zum Durchſtreifen ſehr unbequeme Gegend ein malpais. Es erinnern ſolche Lavafelder, die man oft in der Ebene am Fuß eines Vulkans findet, an die gefrorene Oberfläche eines Sees mit aufgethürmten kurzen Eisſchollen.

[100] (S. 332.) Den Namen G. Idjen kann man nach Buſchmann durch das javaniſche Wort hidjên: einzeln, allein, beſonders, deuten: eine Ableitung von dem Subſt. hidji oder widji, Korn, Saamenkorn, welches mit sa das Zahlwort eins ausdrückt. Ueber die Etymologie von G. Tengger ſiehe die inhaltreiche Schrift meines Bruders über die Verbindungen zwiſchen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 188), wo auf die hiſtoriſche Wichtigkeit des Tengger-Gebirges hingewieſen wird, das von einem kleinen Volksſtamm bewohnt wird, welcher, feindlich gegen den jetzt allgemeinen Mohammedanismus auf der Inſel, ſeinen alten indiſch-javaniſchen Glauben bewahrt hat. Junghuhn, der ſehr fleißig Bergnamen aus der Kawi-Sprache erklärt, ſagt (Th. II. S. 554), tengger bedeute im Kawi Hügel; eine ſolche Deutung erfährt das Wort auch in Gericke's javaniſchem Wörterbuch (javaansch-nederduitsch Woordenboek, Amſt. 1847). Slamat, der Name des hohen Vulkans von Tegal, iſt das bekannte arabiſche Wort selamat, welches Wohlfahrt, Glück und Heil bedeutet.

[1] (S. 332.) Junghuhn Bd. II: Slamat S. 153 u. 163, Idjen S. 698, Tengger S. 773.

[2] (S. 332.) Bd. II. S. 760—762.

[3] (S. 334.) Atlas géographique et physique, der die Rel. hist. begleitet (1814), Pl. 28 und 29.

[4] (S. 334.) Kosmos Bd. IV. S. 311—313.

[5] (S. 334.) Kosmos Bd. I. S. 216 und 444, Bd. IV. S. 226.

[6] (S. 336.) In meinem Essai politique sur la Nouvelle-Espagne habe ich in den zwei Auflagen von 1811 und 1827 (in der letzteren T. II. p. 165—175), wie es die Natur jenes Werkes erheiſchte, nur einen gedrängten Auszug aus meinem Tagebuche gegeben, ohne den topographiſchen Plan der Umgegend und die Höhenkarte liefern zu können. Bei der Wichtigkeit, welche man auf eine ſo große Erſcheinung aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts gelegt hat, glaubte ich jenen Auszug hier vervollſtändigen zu müſſen. Einzelheiten über den neuen Vulkan von Jorullo ver-

danke ich einem erſt im Jahre 1830 durch einen ſehr wiſſenſchaftlich gebildeten mexicaniſchen Geiſtlichen, Don Juan José Paſtor Morales, aufgefundenen officiellen Document, das drei Wochen nach dem Tage des erſten Ausbruchs verfaßt worden iſt; wie auch mündlichen Mittheilungen meines Begleiters, des Biscainers Don Ramon Espelde, der noch lebende Augenzeugen des erſten Ausbruchs hatte vernehmen können. Morales hat in den Archiven des Biſchofs von Michuacan einen Bericht entdeckt, welchen Joaquin de Anſogorri, Prieſter in dem indiſchen Dorfe la Guacana, am 19 October 1759 an ſeinen Biſchof richtete. Der Oberbergrath Burkart hat in ſeiner lehrreichen Schrift (Aufenthalt und Reiſen in Mexico, 1836) ebenfalls ſchon einen kurzen Auszug daraus (Bd. I. S. 230) gegeben. Don Ramon Espelde bewohnte zur Zeit meiner Reiſe die Ebene von Jorullo und hat das Verdienſt zuerſt den Gipfel des Vulkans beſtiegen zu haben. Er ſchloß ſich einige Jahre nachher der Expedition an, welche der Intendente Corregidor Don Juan Antonio de Riaño am 10 März 1789 machte. Zu derſelben Expedition gehörte ein wohl unterrichteter, in ſpaniſche Dienſte als Berg-Commiſſar getretener Deutſcher, Franz Fiſcher. Durch den Letzten iſt der Name des Jorullo zuerſt nach Deutſchland gekommen, da er deſſelben in den Schriften der Geſellſchaft der Bergbaukunde Bd. II. S. 441 in einem Briefe erwähnte. Aber früher ſchon war in Italien des Ausbruchs des neuen Vulkans gedacht worden: in Clavigero's Storia antica del Messico (Cesena 1780, T. I. p. 42) und in dem poetiſchen Werke Rusticatio mexicana des Pater Raphael Landivar (ed. altera, Bologna 1782, p. 17). Clavigero ſetzt in ſeinem ſchätzbaren Werke die Entſtehung des Vulkans, den er Juruyo ſchreibt, fälſchlich in das Jahr 1760, und erweitert die Beſchreibung des Ausbruchs durch Nachrichten über den ſich bis Queretaro erſtreckenden Aſchenregen, welche ihm 1766 Don Juan Manuel de Buſtamante, Gouverneur der Provinz Valladolid de Michuacan, als Augenzeuge des Phänomens mitgetheilt hatte. Landivar, der unſerer Hebungs-Theorie enthuſiaſtiſch, wie Ovidius, zugethane Dichter, läßt in wohlklingenden Herametern den Coloß bis zur vollen Höhe von 3 milliaria aufſteigen, und findet (nach Art der Alten) die Thermalquellen bei Tage kalt und bei Nacht warm. Ich ſah aber um Mittag das hunderttheilige Thermometer im Waſſer des Rio de Cuitimba bis 52° ½ ſteigen.

Antonio de Alcedo gab in dem 5ten Theile seines großen und nützlichen Diccionario geográfico-histórico de las Indias occidentales ó América, 1789, also in demselben Jahre als des Gouverneurs Riaño und Berg-Commissars Franz Fischer Bericht in der Gazeta de Mexico erschien, in dem Artikel Xurullo (p. 374—375), die interessante Notiz: daß, als die Erdbeben in den Playas anfingen (29 Juni 1759), der im Ausbruch begriffene westlichste Vulkan von Colima sich plötzlich beruhigte: ob er gleich »70 leguas« (wie Alcedo sagt; nach meiner Karte nur 28 geogr. Meilen!) von den Playas entfernt ist. „Man meint", setzt er hinzu, „die Materie sei in den Eingeweiden der Erde dort auf Hindernisse gestoßen, um ihrem alten Laufe zu folgen; und da sie geeignete Höhlungen (in Osten) gefunden habe, sei sie im Jorullo ausgebrochen (para reventar en Xurullo)." Genaue topographische Angaben über die Umgegend des Vulkans finden sich auch in des Juan José Martinez de Lejarza geographischem Abriß des alten Tarasker-Landes: Análisis estadístico de la provincia de Michuacan, en 1822 (Mexico 1824), p. 125, 129, 130 und 131. Das Zeugniß des zu Valladolid in der Nähe des Jorullo wohnenden Verfassers, daß seit meinem Aufenthalte in Merico keine Spur einer vermehrten vulkanischen Thätigkeit sich an dem Berge gezeigt hat, hat am frühesten das Gerücht von einem neuen Ausbruche im Jahr 1819 (Lyell, Principles of Geology 1855 p. 430) widerlegt. Da die Position des Jorullo in der Breite nicht ohne Wichtigkeit ist, so bin ich darauf aufmerksam geworden, daß Lejarza, der sonst immer meinen astronomischen Ortsbestimmungen folgt, auch die Länge des Jorullo ganz wie ich 2° 25′ westlich vom Meridian von Merico (103° 50′ westlich von Paris) nach Zeit-Uebertragung angiebt, in der Breite von mir abweicht. Sollte die von ihm dem Jorullo beigelegte Breite von 18° 53′ 30″, welche der des Vulkans Popocatepetl (18° 59′ 47″) am nächsten kommt, sich auf neuere, mir unbekannte Beobachtungen gründen? Ich habe in meinem Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II. p. 521 ausdrücklich gesagt: »latitude *supposée* 19° 8′: geschlossen aus guten Sternbeobachtungen zu Valladolid, welche 19° 52′ 8″ gaben, und aus der Wegrichtung." Die Wichtigkeit der Breite von Jorullo habe ich erst erkannt, als ich später die große Karte des Landes Merico in der Hauptstadt zeichnete und die ost-westliche Vulkan-Reihe eintrug.

Da ich in diesen Betrachtungen über den Ursprung des Jorullo mehrfach der Sagen gedacht habe, welche noch heute in der Umgegend herrschen, so will ich am Schluß dieser langen Anmerkung noch einer sehr volksthümlichen Sage Erwähnung thun, welche ich schon in einem anderen Werke (Essai pol. sur la Nouv. Espagne T. II. 1827 p. 172) berührt habe: »Selon la crédulité des indigènes, ces changemens extraordinaires que nous venons de décrire, sont l'ouvrage des moines, le plus grand peut-être qu'ils aient produit dans les deux hémisphères. Aux *Playas de Jorullo*, dans la chaumière que nous habitions, notre hôte indien nous raconta qu'en 1759 des Capucins en mission prêchèrent à l'habitation de San Pedro; mais que, n'ayant pas trouvé un accueil favorable, ils chargèrent cette plaine, alors si belle et si fertile, des imprécations les plus horribles et les plus compliquées: ils prophétisèrent que d'abord l'habitation serait engloutie par des flammes qui sortiraient de la terre, et que plus tard l'air ambiant se refroidirait à tel point que les montagnes voisines resteraient éternellement couvertes de neige et de glace. La première de ces malédictions ayant eu des suites si funestes, le bas peuple indien voit déjà dans le refroidissement progressif du Volcan le présage d'un hiver perpétuel.«

Neben dem Dichter, Pater Landivar, ist wohl die erste gedruckte Erwähnung der Catastrophe die schon vorhin genannte in der Gazeta de Mexico de 5 de Mayo 1789 (T. III. Núm. 30 pag. 293—297) gewesen; sie führt die bescheidene Ueberschrift: Superficial y nada facultativa Descripcion del estado en que se hallaba el Volcán de *Jorullo* la mañana del dia 10 de Marzo de 1789, und wurde veranlaßt durch die Expedition von Riaño, Franz Fischer und Espelde. Später (1791) haben auf der nautisch-astronomischen Expedition von Malaspina die Botaniker Mociño und Don Martin Sesse, ebenfalls von der Südsee-Küste aus, den Jorullo besucht.

[7] (S. 339.) Meine Barometer-Messungen geben für Mexico 1168 Toisen, Valladolid 1002', Patzcuaro 1130', Ario 994', Aguasarco 780', für die alte Ebene der Playas de Jorullo 404'; Humb. Observ. astron. Vol. I. p. 327 (Nivellement barométrique No. 367—370).

[8] (S. 340.) Ueber der Oberfläche des Meeres finde ich, wenn die alte Ebene der Playas 404 Toisen ist, für das Maximum der

Converitât des Malpais 487, für den Rücken des großen Lavastromes 600', für den höchſten Kraterrand 667'; für den tiefſten Punkt des Kraters, an welchem wir das Barometer aufſtellen konnten, 644'. Demnach ergaben ſich für die Höhe des Gipfels vom Jorullo über der alten Ebene 263 Toiſen oder 1578 Fuß.

[9] (S. 340) Burkart, Aufenthalt und Reiſen in Mexico in den Jahren 1825—1834 Bd. I. (1836) S. 227.

[10] (S. 340.) A. a. O. Bd. I. S. 227 und 230.

[11] (S. 340.) Poulet Scrope, Considerations on Volcanos p. 267; Sir Charles Lyell, Principles of Geology 1853 p. 429, Manual of Geology 1855 p. 580; Daubeny on Volcanos p. 337. Vergl. auch on the elevation-hypothesis Dana, Geology in der United States Exploring Expedition Vol. X. p. 369. Conſtant Prevoſt in den Comptes rendus T. 41. (1855) p. 866—876 und 918—923: sur les éruptions et le drapeau de l'infaillibilité. — Vergl. auch über den Jorullo Carl Pieſchel's lehrreiche Beſchreibung der Vulkane von Mexico, mit Erläuterungen von Dr. Gumprecht, in der Zeitſchrift für Allg. Erdkunde der geogr. Geſellſchaft zu Berlin Bd. VI. S. 490—517; und die eben erſchienenen pittoreſken Anſichten in Pieſchel's Atlas der Vulkane der Republik Mexico 1856 tab. 13, 14 und 15. Das königliche Muſeum zu Berlin beſitzt in der Abtheilung der Kupferſtiche und Handzeichnungen eine herrliche und zahlreiche Sammlung von Abbildungen der mexicaniſchen Vulkane (mehr als 40 Blätter), nach der Natur dargeſtellt von Moritz Rugendas. Von dem weſtlichſten aller mexicaniſchen Vulkane, dem von Colima, hat dieſer große Meiſter allein 15 farbige Abbildungen geliefert.

[12] (S. 345.) »Nous avons été, Mr. Bonpland et moi, étonnés surtout de trouver enchâssés dans les laves basaltiques, lithoides et scorifiées du Volcan de Jorullo des fragmens anguléux blancs ou blancs-verdâtres de *Syénite*, composés de peu d'amphibole et de beaucoup de feldspath lamelleux. Là où ces masses ont été crevassées par la chaleur, le feldspath est devenu filandreux, de sorte que les bords de la fente sont réunis dans quelques endroits par des fibres alongées de la masse. Dans les Cordillères de l'Amérique du Sud, entre Popayan et Almaguer, au pied du *Cerro Broncoso*, j'ai trouvé de véritables fragmens de *gneis* enchâssés dans un trachyte abondant en pyroxène. Ces

phénomènes prouvent que les formations trachytiques sont sorties au-dessous de la croûte granitique du globe. Des phénomènes analogues présentent les trachytes du *Siebengebirge* sur les bords du Rhin et les couches inférieures du Phonolithe *(Porphyrschiefer)* du *Biliner Stein* en Bohême.« Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches 1823 p. 133 und 339. Auch Burkart (Aufenthalt und Reisen in Mexico Bd. I. S. 230) erkannte in der schwarzen, olivinreichen Lava des Jorullo umschlossen: „Blöcke eines umgeänderten Syenits. Hornblende ist nur selten deutlich zu erkennen. Die Syenit-Blöcke dürften wohl den unumstößlichen Beweis liefern, daß der Sitz des Feuerheerdes des Vulkans von Jorullo sich in oder unter dem Syenit befinde, welcher wenige Meilen (leguas) südlicher auf dem linken Ufer des der Südsee zufließenden Rio de las Balsas sich in bedeutender Ausdehnung zeigt.“ Auf Lipari bei Caneto haben Dolomieu und 1832 der vortreffliche Geognost Friedrich Hoffmann sogar in derben Obsidian-Massen eingeschlossene Fragmente von Granit gefunden, der aus blaßrothem Feldspath, schwarzem Glimmer und wenig hellgrauem Quarz gebildet war (Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXVI. S. 49).

[13] (S. 347.) Strabo lib. XIII p. 579 und 628; Hamilton, Researches in Asia minor Vol. II. chapt. 39. Der westlichste der 3 Kegel, jetzt Kara Devlit genannt, ist 500 Fuß über der Ebene erhaben und hat einen großen Lavastrom gegen Koula hin ergossen. Ueber 30 kleine Kegel zählte Hamilton in der Nähe. Die 3 Schlünde (*βόθροι* und *φύσαι* des Strabo) sind Krater, welche auf conischen, aus Schlacken und Laven zusammengesetzten Bergen liegen.

[14] (S. 347.) Erman, Reise um die Erde Bd. III. S. 538; Kosmos Bd. IV. S. 291 und Anm. 25 dazu. Postels (Voyage autour du monde par le Cap. Lutké, partie hist. T. III. p. 76) und Leopold von Buch (Description physique des Iles Canaries p. 448) erwähnen der Aehnlichkeit mit den Hornitos von Jorullo. Erman beschreibt in einem mir gütigst mitgetheilten Manuscripte eine große Zahl abgestumpfter Schlackenkegel in dem ungeheuren Lavafelde östlich von den Baidaren-Bergen auf der Halbinsel Kamtschatka.

[15] (S. 348.) Porzio, Opera omnia, med., phil. et

mathem., in unum collecta 1736: nach Dufrénoy, Mémoires pour servir à une description géologique de la France T. IV. p. 274. Sehr vollſtändig und mit lobenswerther Unpartheilichkeit ſind alle genetiſchen Fragen behandelt in der 9ten Auflage von Sir Charles Lyell's Principles of Geology 1853 p. 369. Schon Bouguer (Figure de la Terre 1749 p. LXVI) war der Idee der Erhebung des Vulkans von Pichincha nicht abgeneigt: »il n'est pas impossible que le rocher, qui est brûlé et noir, ait été soulevé par l'action du feu souterrain«; vergl. auch p. XCI.

[16] (S. 348.) Zeitſchrift für Allgemeine Erdkunde Bd. IV. S. 398.

[17] (S. 348.) Zu der ſicheren Beſtimmung der Mineralien, aus welchen die mexicaniſchen Vulkane zuſammengeſetzt ſind, haben ältere und neuere Sammlungen von mir und Pieſchel verglichen werden können.

[18] (S. 349.) Der ſchöne Marmor von la Puebla kommt aus den Brüchen von Tecali, Totomehuacan und Portachuelo: ſüdlich von dem hohen Trachyt-Gebirge el Pizarro. Auch nahe bei der Treppen-Pyramide von Cholula, an dem Wege nach la Puebla, habe ich Kalkſtein zu Tage kommen ſehen.

[19] (S. 351.) Der Cofre de Perote ſteht, in Südoſt des Fuerte oder Castillo de Perote, nahe dem öſtlichen Abfall der großen Hochebene von Mexico, faſt iſolirt da; ſeiner großen Maſſe nach iſt er aber doch einem wichtigen Höhenzug angehörig, welcher ſich, den Rand des Abfalls bildend, ſchon von Cruz blanca und Rio frio gegen las Vigas (lat. 19° 37′ 37″), über den Coffer von Perote (lat. 19° 28′ 57″, long. 99° 28′ 39″), weſtlich von Xicochimalco und Achilchotla, nach dem Pic von Orizaba (lat. 19° 2′ 17″, long. 99° 35′ 15″) in der Richtung von Norden nach Süden erſtreckt: parallel der Kette (Popocatepetl — Iztaccihuatl), welche das Keſſelthal der mexicaniſchen Seen von der Ebene von la Puebla trennt. (Für die Fundamente dieſer Beſtimmungen ſ. mein Recueil d'Observ. astron. Vol. II. p. 529—532 und 547, ſowie Analyse de l'Atlas du Mexique oder Essai politique sur la Nouv. Espagne T. I. p. 55—60.) Da der Cofre ſich in einem viele Meilen breiten Bimsſtein-Felde ſchroff erhoben hat, ſo hat es mir bei der winterlichen Beſteigung (das Thermometer ſank auf dem Gipfel, den 7 Febr. 1804, bis 2° unter den Gefrierpunkt) überaus intereſſant geſchienen,

daß die Bimsſtein-Bedeckung, deren Dicke und Höhe ich an mehreren Punkten barometriſch beim Hinauf- und Herabſteigen maß, ſich über 732 Fuß erhebt. Die untere Grenze des Bimsſteins in der Ebene zwiſchen Perote und Rio Frio iſt 1187 Toiſen über dem Meeresſpiegel, die obere Grenze am nördlichen Abhange des Cofre 1309 Toiſen; von da an durch den Pinahuaſt, das Alto de los Caxones (1954'), wo ich die Breite durch Culmination der Sonne beſtimmen konnte, bis zum Gipfel ſelbſt war keine Spur von Bimsſtein zu ſehen. Bei Erhebung des Berges iſt ein Theil der Bimsſtein-Decke des großen Arenal, das vielleicht durch Waſſer ſchichtweiſe geebnet worden iſt, mit emporgeriſſen worden. Ich habe an Ort und Stelle in mein Journal (Febr. 1804) eine Zeichnung dieſes Bimsſtein-Gürtels eingetragen. Es iſt dieſelbe wichtige Erſcheinung, welche im Jahr 1834 am Veſuv von Leopold v. Buch beſchrieben wurde: wo föhlige Bimsſteintuff-Schichten durch das Aufſteigen des Vulkans, freilich zu größerer Höhe, achtzehn- bis neunzehnhundert Fuß gegen die Einſiedelei des Salvatore hin gelangten (Poggendorff's Annalen Bd. 37. S. 175 bis 179). Die Oberfläche des diorit-artigen Trachyt-Geſteins am Cofre war da, wo ich den höchſten Bimsſtein fand, nicht durch Schnee der Beobachtung entzogen. Die Grenze des ewigen Schnees liegt in Mexico unter der Breite von 19° und 19° ¼ erſt in der mittleren Höhe von 2310'; und der Gipfel des Cofre erreicht bis zum Fuß des kleinen haus-artigen Würfelfelſens, wo ich die Inſtrumente aufſtellte, 2098' oder 12588 Fuß über dem Meere. Nach Höhenwinkeln iſt der Würfelfels 21' oder 126 Fuß hoch; alſo iſt die Total-Höhe, zu der man wegen der ſenkrechten Felswand nicht gelangen kann, 12714 Fuß über dem Meere. Ich fand nur einzelne Flecke ſporadiſch gefallenen Schnees, deren untere Grenze 11400 Fuß war: ohngefähr ſieben- bis achthundert Fuß früher als die obere Waldgrenze in ſchönen Tannenbäumen: Pinus occidentalis, gemengt mit Cupressus sabinoides und Arbutus Madroño. Die Eiche, Quercus xalapensis, hatte uns nur bis 9700 Fuß abſoluter Höhe begleitet. (Humb. Nivellement barométr. des Cordillères No. 414 — 429.) Der Name Nauhcampatepetl, welchen der Berg in der mexicaniſchen Sprache führt, iſt von ſeiner eigenthümlichen Geſtalt hergenommen, die auch die Spanier veranlaßte ihm den Namen Cofre zu geben. Er bedeutet: vier-

eckiger Berg; denn nauhcampa, von dem Zahlwort nahui 4 gebildet, heißt zwar als Adv. von vier Seiten, aber als Adj. (obgleich die Wörterbücher dies nicht angeben) wohl ohne Zweifel viereckig oder vierseitig, wie diese Bedeutung der Verbindung nauhcampa ixquich beigelegt wird. Ein des Landes sehr kundiger Beobachter, Herr Pieschel, vermuthet das Dasein einer alten Krater-Oeffnung am östlichen Abhange des Coffers von Perote (Zeitschr. für Allg. Erdkunde, herausg. von Gumprecht, Bd. V. S. 125). Die Ansicht des Cofre, welche ich in meinen Vues des Cordillères auf Pl. XXXIV gegeben, habe ich in der Nähe des Castells San Carlos de Perote, in einer Entfernung von ohngefähr zwei Meilen, entworfen. — Der alt-aztekische Name von Perote war Pinahuizapan, und bedeutet (nach Buschmann): an dem Wasser der (für ein böses Wahrzeichen gehaltenen und zu abergläubischer Zeichendeutung gebrauchten) Käferart pinahuiztli (vgl. Sahagun, historia gen. de las cosas de Nueva España T. II. 1829 p. 10—11): ein Name, welcher von pinahua, sich schämen, abgeleitet wird. Von demselben Verbum stammt der obige Ortsname Pinahuast (pinahuaztli) aus dieser Gegend; so wie der Name einer Staude (Mimosacee?) pinahuihuiztli, von Hernandez herba verecunda übersetzt, deren Blätter bei der Berührung herabfallen.

[20] (S. 352.) Strabo lib. I p. 58, lib. VI p. 269 Casaub.; Kosmos Bd. I. S. 451 und Bd. IV. S. 270, und über die Benennung der Lava bei den Griechen Anm. 82 dazu.

[21] (S. 353.) Kosmos Bd. IV. S. 310 und Anm. 68 dazu.

[22] (S. 353.) „Je n'ai point connu", sagt La Condamine, „la matière de la lave en Amérique, quoique nous ayons, Mr. Bouguer et moi, campé des semaines et des mois entiers sur les volcans, et nommément sur ceux de Pichincha, de Cotopaxi et de Chimborazo. Je n'ai vu sur ces montagnes que des vestiges de calcination sans liquéfaction. Cependant l'espèce de crystal noirâtre appelé vulgairement au Pérou *Piedra de Gallinaço* (Obsidienne), dont j'ai rapporté plusieurs morceaux et dont on voit une lentille polie de sept à huit pouces de diamètre au Cabinet du Jardin du Roi, n'est autre chose qu'un verre formé par les volcans. La matière du torrent de feu qui découle continuellement de celui de Sangai dans la province de

Macas, au sud-est de Quito, est sans doute une lave; mais nous n'avons vu cette montagne que de loin, et je n'étois plus à Quito dans le tems des dernières éruptions du volcan de Cotopaxi, lorsque sur ses flancs il s'ouvrit des espèces de soupiraux, d'où l'on vit sortir à flots des matières enflammées et liquides qui devoient être d'une nature semblable à la lave du Vésuve." (La Condamine, Journal de Voyage en Italie in den Mémoires de l'Académie des Sciences, Année 1757 p. 357; Histoire p. 12.) Beide Beispiele, besonders das erstere, sind nicht glücklich gewählt. Der Sangay ist erst im December des Jahres 1849 von Sebastian Wisse wissenschaftlich untersucht worden; was La Condamine in einer Entfernung von 27 geographischen Meilen für herabfließende leuchtende Lava, ja für „einen Erguß brennenden Schwefels und Erdpechs" hielt, sind glühende Steine und Schlackenmassen, welche bisweilen, nahe an einander gedrängt, an dem steilen Abhange des Aschenkegels herabgleiten (Kosmos Bd. IV. S. 303). Am Cotopari habe ich nicht mehr als am Tungurahua, Chimborazo, Pichincha, oder an dem Puracé und Sotara bei Popayan etwas gesehen, was für schmale Lavaströme, diesen Bergcolossen entflossen, gelten könnte. Die unzusammenhangenden glühenden, oft obsidian-haltigen Massen von 5—6 Fuß Durchmesser, welche bei seinen Ausbrüchen der Cotopari hervorgeschleudert hat, sind, von Fluthen geschmolzenen Schnees und Eises gestoßen, bis weit in die Ebene gelangt, und bilden dort theilweise strahlenförmig divergirende Reihen. Auch sagt La Condamine an einem anderen Orte (Journal du Voyage à l'Équateur p. 160) sehr wahr: „Ces éclats de rocher, gros comme une chaumière d'Indien, forment des traînées de rayons qui partent du Volcan comme d'un centre commun."

[23] (S. 353.) Guettard's Abhandlung über die ausgebrannten Vulkane wurde 1752, also drei Jahre vor La Condamine's Reise nach Italien, in der Akademie verlesen; aber erst 1756, also während der italiänischen Reise des Astronomen, gedruckt (s. p. 380).

[24] (S. 358.) „Il y a peu de volcans dans la chaine des Andes (sagt Leopold von Buch) qui aient offert des courants de laves, et jamais on n'en a vu autour des volcans de Quito. L' Antisana, sur la chaîne orientale des Andes, est le seul volcan de Quito, sur lequel Mr. de Humboldt ait vu près du sommet

quelque chose d'analogue à un courant de laves; cette coulée était tout à fait semblable à de l'Obsidienne." Descr. des Iles Canaries 1836 p. 468 und 488.

[25] (S. 359.) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 161.

[26] (S. 360.) „Nous différons entièrement sur la prétendue coulée d'Antisana vers Pinantura. Je considère cette coulée comme un soulèvement récent analogue à ceux de Calpi (Yana urcu), Pisque et Jorullo. Les fragments trachytiques ont pris une épaisseur plus considérable vers le milieu de la coulée. Leur couche est plus épaisse vers Pinantura que sur des points plus rapprochés d'Antisana. L'état fragmentaire est un effet du soulèvement local, et souvent dans la Cordillère des Andes les tremblements de terre peuvent être produits par des tassements." (Lettre de Mr. Boussingault, en Août 1834.) Vergl. Kosmos Bd. IV. S. 219. In der Beschreibung seiner Besteigung des Chimborazo (December 1831) sagt Bouffingault: „Die Masse des Berges besteht nach meiner Ansicht aus einem Haufwerk ganz ohne alle Ordnung über einander gethürmter Trachyt-Trümmer. Diese oft ungeheuren Trachytstücke eines Vulkans sind in starrem Zustande gehoben; ihre Ränder sind scharf; nichts deutet darauf, daß sie in Schmelzung oder nur einmal im Zustand der Erweichung gewesen wären. Nirgends beobachtet man an irgend einem der Aequatorial-Vulkane etwas, was auf einen Lavastrom schließen lassen könnte. Niemals ist aus diesen Kratern etwas anderes ausgeworfen worden als Schlamm-Massen, elastische Flüssigkeiten und glühende, mehr oder weniger verschlackte Trachytblöcke, welche oft in beträchtliche Entfernungen geschleudert wurden." (Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 200.) Ueber die erste Entstehung der Meinung von dem Gehoben-sein starrer Massen als aufgehäufter Blöcke s. Acosta in den Viajes á los Andes ecuatoriales por Mr. Boussingault 1849 p. 222 und 223. Die durch Erdstöße und andere Ursachen veranlaßte Bewegung der aufgehäuften Bruchstücke und die allmälige Ausfüllung der Zwischenräume soll nach des berühmten Reisenden Vermuthung eine allmälige Senkung vulkanischer Berggipfel hervorbringen.

[27] (S. 361.) Humb. Asie centrale T. II. p. 296—301

(Gustav Rose, mineral. geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kasp. Meere Bd. I. S. 599). Schmale, langgedehnte Granitmauern können bei den frühesten Faltungen der Erdrinde über Spalten aufgestiegen sein, den merkwürdigen, noch offen gebliebenen, analog, welche man am Fuß des Vulkans von Pichincha findet: als Guaycos der Stadt Quito, von 30—40 Fuß Breite (s. meine Kl. Schr. Bd. I. S. 24).

[28] (S. 361.) La Condamine, Mesure des trois premiers Degrés du Méridien dans l'Hémisphère austral 1751 p. 56.

[29] (S. 362.) Passuchoa, durch die Meierei el Tambillo vom Atacazo getrennt, erreicht so wenig als der letztere die Region des ewigen Schnees. Der hohe Rand des Kraters, la Peila, ist gegen Westen eingestürzt, tritt aber gegen Osten amphitheatralisch hervor. Die Sage geht, daß am Ende des sechzehnten Jahrhunderts der vormals thätige Passuchoa bei Gelegenheit einer Eruption des Pichincha für immer zu speien aufgehört habe: was die Communication zwischen den Essen der einander gegenüberstehenden östlichen und westlichen Cordilleren bestätigt. Das eigentliche Bassin von Quito, dammartig geschlossen: im Norden durch einen Bergknoten zwischen Cotocachi und Imbaburo, gegen Süden durch die Altos de Chisinche (zwischen 0° 20′ N und 0° 40′ S); ist großentheils der Länge nach getheilt durch den Bergrücken von Ichimbio und Poingasi. Oestlich liegt das Thal von Puembo und Chillo, westlich die Ebene von Iñaquito und Turubamba. In der östlichen Cordillere folgen von Norden gegen Süden Imbaburo, die Faldas de Guamani und Antisana, Sinchulahua und die senkrechte, mit thurmartigen Zacken gekrönte, schwarze Mauer von Rumiñaui (Stein-Auge); in der westlichen Cordillere folgen Cotocachi, Casitagua, Pichincha, Atacazo, Corazon: auf dessen Abhang die prachtvolle Alpenpflanze, der rothe Ranunculus Gusmani, blüht. Es schien mir hier der Ort, von einem für die vulkanische Geologie so wichtigen, classischen Boden mit wenigen Zügen eine, aus eigener Ansicht geschöpfte, morphologische Darstellung der Reliefform zu geben.

[30] (S. 364.) Besonders auffallend ist es, daß der mächtige Vulkan Cotopari, welcher, freilich meist nur nach langen Perioden, eine ungeheure Thätigkeit offenbart und besonders durch die von ihm erzeugten Ueberschwemmungen verheerend auf die Umgegend

wirkt, zwiſchen den periodiſchen Ausbrüchen keine, ſei es in der Hochebene von Lactacunga, ſei es von dem Paramo de Pansache aus, ſichtbaren Dämpfe zeigt. Aus ſeiner Höhe von faſt 18000 Fuß und der dieſer Höhe entſprechenden großen Dünnigkeit von Luft- und Dampfſchichten iſt eine ſolche Erſcheinung, wegen mehrerer Vergleichungen mit anderen Vulkan-Coloſſen, wohl nicht zu erklären. Auch zeigt ſich kein anderer Nevado der Aequatorial-Cordilleren ſo oft wolkenfrei und in ſo großer Schönheit als der abgeſtumpfte Kegel des Cotopari: d. h. der Theil, welcher ſich über die Grenze des ewigen Schnees erhebt. Die ununterbrochene Regelmäßigkeit dieſes Aſchenkegels iſt um vieles größer als die des Aſchenkegels des Pics von Teneriffa, an dem eine ſchmale hervorſtehende Obſidian-Rippe mauerartig herabläuft. Nur der obere Theil des Tungurahua ſoll ehemals durch Regelmäßigkeit der Geſtaltung ſich faſt in gleichem Grade ausgezeichnet haben; aber das furchtbare Erdbeben vom 4 Februar 1797, die Cataſtrophe von Riobamba genannt, hat durch Spaltungen, Bergſtürze und Herabgleiten losgeriſſener bewaldeter Trümmerflächen, wie durch Anhäufung von Schutthalden den Kegelberg des Tungurahua verunſtaltet. Am Cotopari iſt, wie ſchon Bouguer bemerkt, der Schnee an einzelnen Punkten mit Bimsſtein-Brocken gemengt, und bildet dann faſt eine feſte Maſſe. Eine kleine Unebenheit in dem Schneemantel wird gegen Nordweſten ſichtbar, wo zwei kluftartige Thäler herabgehen. Zum Gipfel aufſteigende ſchwarze Felsgrate ſieht man von weitem nirgends, obgleich bei der Eruption vom 24 Juni und 9 December 1742 auf halber Höhe des mit Schnee bedeckten Aſchenkegels eine Seiten-Oeffnung ſich zeigte. „Il s'étoit ouvert", ſagt Bouguer (Figure de la Terre p. LXVIII; vgl. auch La Condamine, Journal du Voy. à l'Équateur p. 159), „une nouvelle bouche vers le milieu de la partie continuellement neigée, pendant que la flamme sortoit toujours par le haut du cône tronqué." Bloß ganz oben, nahe dem Gipfel, erkennt man einige horizontale, einander parallele, aber unterbrochene, ſchwarze Streifen. Durch das Fernrohr bei verſchiedener Beleuchtung betrachtet, ſchienen ſie mir Felsgrate zu ſein. Dieſer ganze obere Theil iſt ſteiler, und bildet faſt nahe an der Abſtumpfung des Kegels einen mauerartigen, doch nicht in großer Ferne mit bloßen Augen ſichtbaren Ring von ungleicher Höhe. Meine Beſchreibung

dieſer, faſt ſenkrechten, oberſten Umwallung hat ſchon lebhaft die Aufmerkſamkeit zweier ausgezeichneten Geologen, Darwin (Volcanic Islands 1844 p. 83) und Dana (Geology of the U. St. Explor. Exped. 1849 p. 356), auf ſich gezogen. Die Vulkane der Galapagos-Inſeln, Diana Peak auf St. Helena, Teneriffa und Cotopari zeigen analoge Bildungen. Der höchſte Punkt, deſſen Höhenwinkel ich bei der trigonometriſchen Meſſung am Cotopari beſtimmte, lag in einer ſchwarzen Converitât. Vielleicht iſt es die innere Wand des höheren, entfernteren Kraterrandes; oder wird die Schneeloſigkeit des hervortretenden Geſteins zugleich durch Steilheit und Krater-Wärme veranlaßt? Im Herbſt des Jahres 1800 ſah man in einer Nacht den ganzen oberen Theil des Aſchenkegels leuchten, ohne daß eine Eruption oder auch nur ein Ausſtoßen von ſichtbaren Dämpfen darauf folgten. Dagegen hatte bei dem heftigen Ausbruch des Cotopari vom 4ten Januar 1803, wo während meines Aufenthalts an der Südſee-Küſte das Donnergetöſe des Vulkans die Fenſterſcheiben im Hafen von Guayaquil (in 37 geogr. Meilen Entfernung) erſchütterte, der Aſchenkegel ganz ſeinen Schnee verloren, und bot einen Unglück verheißenden Anblick dar. War ſolche Durchwärmung je vorher bemerkt worden? Auch in der neueſten Zeit, wie uns die vortreffliche, kühne, erdumwandernde Frau Ida Pfeiffer lehrt (Meine zweite Weltreiſe Bd. III. S. 170), hat Anfang Aprils 1854 der Cotopari einen heftigen Ausbruch von dicken Rauchſäulen gehabt, „durch die ſich das Feuer gleich blitzenden Flammen ſchlängelte". Sollte das Lichtphänomen Folge des durch Verdampfung erregten vulkaniſchen Gewitters geweſen ſein? Die Ausbrüche ſind häufig ſeit 1851.

Je regelmäßiger die Figur des ſchneebedeckten, abgeſtumpften Kegels ſelbſt iſt, deſto auffallender iſt an der unteren Grenze der ewigen Schneeregion, da, wo die Kegelform beginnt, im Südweſten des Gipfels, die Erſcheinung einer groteſk-zackigen, drei- bis vierſpitzigen, kleinen Geſteinmaſſe. Der Schnee bleibt wahrſcheinlich wegen ihrer Steilheit nur fleckenweiſe auf derſelben liegen. Ein Blick auf meine Abbildung (Atlas pittoresque du Voyage Pl. 10) ſtellt das Verhältniß zum Aſchenkegel am deutlichſten dar. Ich habe mich dieſer ſchwarzgrauen, wahrſcheinlich baſaltiſchen Geſteinmaſſe am meiſten in der Quebrada und Reventazon de Minas genähert. Obgleich in der ganzen Provinz ſeit Jahrhunderten dieſer

weit ſichtbare Hügel, ſehr fremdartigen Anblicks, allgemein la Cabeza del Inga genannt wird, ſo herrſchen doch über ſeinen Urſprung unter den farbigen Eingeborenen (Indios) zwei ſehr verſchiedene Hypotheſen: nach der einen wird bloß behauptet, ohne Angabe der Zeit, in der die Begebenheit vorgefallen ſei, daß der Fels der herabgeſtürzte Gipfel des, einſt in eine Spitze endigenden Vulkans ſei; nach einer anderen Hypotheſe wird die Begebenheit in das Jahr (1533) verlegt, in welchem der Inca Atahuallpa in Caramarca erdroſſelt wurde: und ſo mit dem, in demſelben Jahre erfolgten, von Herrera beſchriebenen, furchtbaren Feuerausbruche des Cotopari, wie auch mit der dunklen Prophezeiung von Atahuallpa's Vater, Huayna Capac, über den nahen Untergang des peruaniſchen Reichs in Beziehung geſetzt. Sollte das, was beiden Hypotheſen gemeinſam iſt: die Anſicht, daß jenes Felſenſtück vormals die Endſpitze des Kegels bildete, der traditionelle Nachklang oder die dunkle Erinnerung einer wirklichen Begebenheit ſein? Die Eingeborenen, ſagt man, würden bei ihrer Uncultur wohl Thatſachen auffaſſen und im Gedächtniß bewahren, aber ſich nicht zu geognoſtiſchen Combinationen erheben können. Ich bezweifle die Richtigkeit dieſes Einwurfs. Die Idee, daß ein abgeſtumpfter Kegel „ſeine Spitze verloren", ſie unzertrümmert weggeſchleudert habe, wie bei ſpäteren Ausbrüchen große Blöcke ausgeworfen wurden: kann ſich auch bei großer Uncultur darbieten. Die Treppen-Pyramide von Cholula, ein Bauwerk der Tolteken, iſt abgeſtumpft. Es war den Eingeborenen ein Bedürfniß ſich die Pyramide als urſprünglich vollendet zu denken. Es wurde die Mythe erſonnen, ein Aërolith, vom Himmel gefallen, habe die Spitze zerſtört; ja Theile des Aëroliths wurden den ſpaniſchen Conquiſtadoren gezeigt. Wie kann man dazu den erſten Ausbruch des Vulkans Cotopari in eine Zeit verſetzen, wo der Aſchenkegel (Reſultat einer Reihe von Eruptionen) ſchon vorhanden geweſen ſein ſoll? Mir iſt es wahrſcheinlich, daß die Cabeza del Inga an der Stelle, welche ſie jetzt einnimmt, entſtanden iſt; daß ſie dort erhoben wurde: wie am Fuß des Chimborazo der Yana-Urcu, wie am Cotopari ſelbſt der Morro ſüdlich von Suniguaicu und nordweſtlich von der kleinen Lagune Yurakcocha (im Oquechhua: weißer See).

Ueber den Namen des Cotopari habe ich im 1ten Bande meiner Kleineren Schriften (S. 463) geſagt, daß nur der

erſte Theil deſſelben ſich durch die Oquechhua-Sprache deuten laſſe, indem er das Wort ccollo, Haufe, ſei; daß aber pacsi unbekannt ſei. La Condamine deutet (p. 53) den ganzen Namen des Berges, indem er ſagt: »le nom ſignifie en langue des Incas *masse brillante*.« Buſchmann bemerkt aber, daß dabei an die Stelle von pacsi das, davon gewiß ganz verſchiedene Wort pacsa geſetzt worden ſei, welches: Glanz, Schein, beſonders den ſanften des Mondes, bedeutet; um glänzende Maſſe auszudrücken, müßte dazu nach dem Geiſte der Oquechhua-Sprache die Stellung beider Wörter die umgekehrte ſein: pacsaccollo.

[31] (S. 364.) Friedrich Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XXVI. 1832 S. 48.

[32] (S. 364.) Bouguer, Figure de la Terre p. LXVIII. Wie oft iſt ſeit dem Erdbeben vom 19 Juli 1698 das Städtchen Lactacunga zerſtört und von Bimsſtein-Quadern aus den unterirdiſchen Steinbrüchen von Zumbalica wieder aufgebaut worden! Nach hiſtoriſchen Documenten, welche mir bei meiner Anweſenheit aus alten Abſchriften oder aus neueren, theilweiſe geretteten Documenten des Stadt-Archives mitgetheilt wurden, traten die Zerſtörungen ein: in den Jahren 1703, 1736, 9 December 1742, 30 November 1744, 22 Februar 1757, 10 Februar 1766 und 4 April 1768: alſo ſiebenmal in 65 Jahren! Im Jahr 1802 fand ich noch $\frac{4}{5}$ der Stadt in Trümmern, in Folge des großen Erdbebens von Riobamba am 4 Februar 1797.

[33] (S. 365.) Dieſe Verſchiedenheit iſt auch ſchon von dem ſcharfſinnigen Abich (über Natur und Zuſammenhang vulkaniſcher Bildungen 1841 S. 83) erkannt worden.

[34] (S. 366.) Das Geſtein des Cotopari hat weſentlich dieſelbe mineralogiſche Zuſammenſetzung als die ihm nächſten Vulkane, der Antiſana und Tungurahua. Es iſt ein Trachyt, aus Oligoklas und Augit zuſammengeſetzt, alſo ein Chimborazo-Geſtein: ein Beweis der Identität derſelben vulkaniſchen Gebirgsart in Maſſen der einander gegenüberſtehenden Cordilleren. In den Stücken, welche ich 1802 und Bouſſingault 1831 geſammelt, iſt die Grundmaſſe theils licht oder grünlich grau, pechſteinartig glänzend, und an den Kanten durchſcheinend; theils ſchwarz, faſt baſaltartig, mit großen und kleinen Poren, welche glänzende Wandungen haben. Der eingeſchloſſene Oligoklas liegt darin ſcharf begrenzt: bald in ſtark glänzenden,

sehr deutlich auf den Spaltungsflächen gestreiften Krystallen; bald ist er klein und mühsam zu erkennen. Die wesentlich eingemengten Augite sind bräunlich und schwärzlich-grün, und von sehr verschiedener Größe. Selten und wohl nur zufällig eingesprengt sind dunkle Glimmer-Blättchen und schwarze, metallisch glänzende Körner von Magneteisen. In den Poren einer oligoklasreichen Masse lagert etwas gediegener Schwefel, wohl abgesetzt von den alles durchdringenden Schwefeldämpfen.

[35] (367.) »Le Volcan de Maypo (lat. austr. 34° 15′), qui n'a jamais rejeté de ponces, est encore éloigné de deux journées de la colline de Tollo, de 300 pieds de hauteur et toute composée de ponces qui renferment du feldspath vitreux, des cristaux bruns de mica et de petits fragments d'obsidienne. C'est donc une éruption (indépendente) isolée tout au pied des Andes et près de la plaine.“ Léop. de Buch, Description phys. des Iles Canaries 1836 p. 470.

[36] (S. 367.) Federico de Gerolt, Cartas geognosticas de los principales distritos minerales de Mexico 1827 p. 5.

[37] (S. 367.) Vergl. über Erstarrung und Bildung der Erdkruste Kosmos Bd. I. S. 178—180 und Anm. 7 auf S. 425. Die Versuche von Bischof, Charles Deville und Deleſſe haben über die Faltung des Erdkörpers ein neues Licht verbreitet. Vergl. auch die älteren sinnreichen Betrachtungen von Babbage bei Gelegenheit seiner thermischen Erklärung des Problems, welches der Serapis-Tempel nördlich von Puzzuoli darbietet, im Quarterly Journal of the Geological Soc. of London Vol. III. 1847 p. 186; Charles Deville sur la diminution de densité dans les roches en passant de l'état cristallin à l'état vitreux, in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XX. 1845 p. 1453; Deleſſe sur les effets de la fusion, T. XXV. 1847 p. 545; Louis Frapolli sur le caractère géologique, im Bulletin de la Soc. géol. de France, 2me Série T. IV. 1847 p. 627; und vor allem Élie de Beaumont in seinem wichtigen Werke Notice sur les systèmes de Montagnes 1852 T. III. Folgende drei Abschnitte verdienen eine besondere Aufmerksamkeit der Geologen: Considérations sur les soulèvements dûs à une diminution lente et progressive du volume de la terre p. 1330; sur l'*écrasement transversal*, nommé *refoulement* par Saussure, comme

une des causes de l'élévation des chaînes de montagnes, p. 1317, 1333 und 1346; sur la contraction que les roches fondues éprouvent en cristallisant, tendant dès le commencement du refroidissement du globe à rendre sa masse interne plus petite que la capacité de son enveloppe extérieure, p. 1235.

[38] (S. 368.) »Les eaux chaudes de Saragyn à la hauteur de 5260 pieds sont remarquables par le rôle que joue le gaz acide carbonique qui les traverse à l'époque des tremblements de terre. Le gaz à cette époque, comme l'hydrogène carboné de la presqu'île d'Apchéron, augmente de volume et s'échauffe avant et pendant les tremblements de terre dans la plaine d'Ardébil. Dans la presqu'île d'Apchéron la température s'élève de 20° jusqu'à l'inflammation spontanée au moment et à l'endroit d'une éruption ignée, pronostiquée toujours par des tremblements de terre dans les provinces de Chémakhi et d'Apchéron.« Abich in den Mélanges physiques et chimiques T. II. 1855 p. 364 und 365. (Vergl. Kosmos Bd. IV. S. 223.)

[39] (S. 369.) W. Hopkins, Researches on physical Geology in den Philos. Transact. for 1839 P. II. p. 311, for 1840 P. I. p. 193, for 1842 P. I. p. 43; auch über die erforderlichen Verhältnisse der Stabilität der äußeren Erdoberfläche: Theory of Volcanos im Report of the 17th meeting of the British Association 1847 p. 45—49.

[40] (S. 369.) Kosmos Bd. IV. S. 35—38 Anm. 33—36; Naumann, Geognosie Bd. I. S. 66—76; Bischof, Wärmelehre S. 382; Lyell, Principles of Geology 1853 p. 536 bis 547 und 562. — In der sehr lehrreichen und angenehmen Schrift Souvenirs d'un Naturaliste par A. de Quatrefages 1854 T. II. p. 464 wird die obere Grenze der flüssigen geschmolzenen Schichten bis auf die geringe Tiefe von 20 Kilometern heraufgerückt: »puisque la plupart des Silicates fondent déjà à 666° cent.« „Diese niedrige Angabe", bemerkt Gustav Rose, „beruht auf einem Irrthum. Die Temperatur von 1300°, welche Mitscherlich als Schmelzpunkt des Granits angegeben (Kosmos Bd. I. S. 48), ist gewiß das Minimum, was man annehmen kann. Ich habe mehrmals Granit auf die heißesten Stellen des Porzellan-Ofens setzen lassen, und immer schmolz derselbe unvollständig. Nur der Glimmer schmilzt dann mit dem Feldspath zu einem blasigen Glase zusammen;

der Quarz wird undurchſichtig, ſchmilzt aber nicht. So iſt es mit allen Gebirgsarten, die Quarz enthalten; und man kann ſogar dieſes Mittel anwenden, um Quarz in Gebirgsarten zu entdecken, wo ſeine Menge ſo gering iſt, daß man ihn mit bloßen Augen nicht erkennen kann: z. B. bei dem Syenit des Plauenſchen Grundes, und im Diorit, den wir gemeinſchaftlich 1829 von Alapajewſk im Ural gebracht haben. Alle Geſteine, welche keinen Quarz und überhaupt keine ſo kieſelſäure-reichen Mineralien enthalten als der Granit: z. B. der Baſalt, ſchmelzen leichter als Granit im Porzellanfeuer zu einem vollkommenen Glaſe; aber nicht über der Spiritus-Lampe mit doppeltem Luftzuge, die doch gewiß eine Temperatur von 666° hervorzubringen im Stande iſt.“ In Biſchof's merkwürdigen Verſuchen, bei dem Gießen einer Baſaltkugel, ſchien ſelbſt der Baſalt nach einigen hypothetiſchen Vorausſetzungen eine 165° R. höhere Temperatur als der Schmelzpunkt des Kupfers zu erfordern (Wärmelehre des Innern unſers Erdkörpers S. 473).

[41] (S. 370.) Kosmos Bd. IV. S. 218. Vergl. auch über die ungleiche Verbreitung des Eisbodens und die Tiefe, in der er beginnt, unabhängig von der geographiſchen Breite, die merkwürdigen Beobachtungen von Capt. Franklin, Erman, Kupffer und vorzüglich von Middendorff a. a. O. S. 42, 47 und 167.

[42] (S. 370.) Leibnitz in der Protogaea § 4.

[43] (S. 372.) Ueber Vivarais und Velay ſ. die neueſten ſehr genauen Unterſuchungen von Girard in ſeinen geologiſchen Wanderungen Bd. I. (1856) S. 161, 173 und 214. Die alten Vulkane von Olot ſind aufgefunden von dem amerikaniſchen Geologen Maclure 1808, beſucht von Lyell 1830, und ſchön beſchrieben und abgebildet von demſelben in ſeinem Manual of Geology 1855 p. 535—542.

[44] (S. 373.) Sir Rod. Murchiſon, Siluria p. 20 und 55—58 (Lyell, Manual p. 563).

[45] (S. 373.) Scoresby, Account of the arctic regions Vol. I. p. 155—169, tab. V und VI.

[46] (S. 373.) Leop. von Buch, Descr. des Iles Canaries p. 357—369 und Landgrebe, Naturgeſchichte der Vulkane 1855 Bd. I. S. 121—136; und über die Umwallungen der Erhebungs-Krater (Caldeiras) auf den Inſeln San Miguel, Fayal und Terceira (nach den Karten von Cap. Vidal) Kosmos Bd. IV.

Anm. 84 zu S. 271. Die Ausbrüche von Fayal (1672) und S. Jorge (1580 und 1808) ſcheinen von dem Hauptvulkan, dem Pico, abzuhangen.

[47] (S. 373.) Kosmos Bd. IV. S. 291 (Anm. 27) und 301.

[48] (S. 374.) Reſultate der Beobachtungen über Madera von Sir Charles Lyell und Hartung im Manual of Geology 1855 p. 515—525.

[49] (S. 374.) Darwin, Volcanic Islands 1844 p. 23 und Lieut. Lee, Cruise of the U. S. Brig Dolphin 1854 p. 80.

[50] (S. 375.) S. die vortreffliche Beſchreibung von Aſcenſion in Darwin, Volcanic Islands p. 40 und 41.

[51] (S. 375.) Darwin p. 84 und 92: über the great hollow space or valley southward of the central curved ridge, across which the half of the crater must once have extended. It is interesting to trace the steps, by which the structure of a volcanic district becomes obscured and finally obliterated. (Vergl. auch Seale, Geognosy of the Island of St. Helena p. 28.)

[52] (S. 376.) St. Paul's Rocks. S. Darwin p. 31—33 und 125.

[53] (S. 376.) Dauſſy sur l'existence probable d'un volcan sous-marin dans l'Atlantique, in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. VI. 1838 p. 512; Darwin, Volcanic Islands p. 92; Lee, Cruise of the U. St. Brig Dolphin p. 2, 55 und 61.

[54] (S. 377.) Gumprecht, die vulkaniſche Thätigkeit auf dem Feſtlande von Afrika, in Arabien und auf den Inſeln des rothen Meeres 1849 S. 18.

[55] (S. 378.) Kosmos Bd. I. S. 456 Anm. 7. Ueber die geſammten bisher bekannt gewordenen Erſcheinungen in Afrika ſ. Landgrebe, Naturgeſchichte der Vulkane Bd. I. S. 195—219.

[56] (S. 379.) Die Höhe des Demavend über dem Meere wurde von Ainsworth zu 2298 Toiſen angegeben; aber nach Berichtigung einer, wahrſcheinlich auf einem Schreibfehler beruhenden Barometer-Höhe (Asie centr. T. III. p. 327) beträgt ſie, zufolge der Tafeln von Oltmanns, volle 2914 Toiſen. Eine noch etwas größere Höhe, 3141', geben die, gewiß ſehr ſicheren Höhenwinkel meines Freundes,

des kaiſ. ruſſiſchen Capitäns Lemm, im Jahre 1839; aber die Entfernung iſt nicht trigonometriſch begründet, ſondern beruht auf der Vorausſetzung, daß der Vulkan Demavend 66 Werſte (1 Aequatorial-Grad = $104^{8}/_{10}$ Werſt) von Teheran entfernt ſei. Es ſcheint demnach, daß der perſiſche, dem ſüdlichen Ufer des caſpiſchen Meeres ſo nahe, aber von der colchiſchen Küſte des ſchwarzen Meeres an 150 geographiſche Meilen entfernte, mit ewigem Schnee bedeckte Vulkan Demavend den Großen Ararat um 2800 Fuß, den caucaſiſchen Elburuz um vielleicht 1500 Fuß Höhe übertrifft. Ueber den Vulkan Demavend ſ. Ritter, Erdkunde von Aſien Bd. VI. Abth. 1. S. 551—571; und über den Zuſammenhang des Namens Alborbj aus der mythiſchen und darum ſo unbeſtimmten Geographie des Zendvolkes mit den modernen Namen Elburz (Koh Alburz des Kazwini) und Elburuz S. 43—49, 424, 552 und 555.

[57] (S. 382.) Asie centrale T. II. p. 9 und 54—58. (Kosmos Bd. IV. S. 253 Anm. 61.)

[58] (S. 382.) Elburuz, Kasbegk und Ararat nach Mittheilungen von Struve Asie centr. T. II. p. 57. Die im Text angegebene Höhe von dem ausgebrannten Vulkan Savalan weſtlich von Ardebil (15760 engl. Fuß) iſt auf eine Meſſung von Chanykow gegründet. S. Abich in den Mélanges phys. et chim. T. II. p. 361. Um bei Anführung der Quellen, aus denen ich geſchöpft, eine ermüdende Wiederholung zu vermeiden, erkläre ich hier, daß alles, was im geologiſchen Abſchnitt des Kosmos ſich auf den wichtigen caucaſiſchen Iſthmus bezieht, handſchriftlichen, mir auf die edelſte und freundſchaftlichſte Weiſe zu freier Benutzung mitgetheilten Aufſätzen von Abich aus den Jahren 1852 bis 1855 entlehnt iſt.

[59] (S. 383.) Abich, Notice explicative d'une vue de l'Ararat, im Bulletin de la Soc. de Géographie de France, 4ème Série T. I. p. 516.

[60] (S. 392.) Vergl. Dana's ſcharfſinnige Bemerkungen on the Curvatures of Ranges of Islands, deren Convexität in der Südſee faſt allgemein gegen Süden oder Südoſt gerichtet iſt, in der United States' Explor. Exped. by Wilkes Vol. X. (Geology by James Dana) 1849 p. 419.

[61] (S. 393.) Die Inſel Saghalin, Tſchoka oder Tarakai wird von den japaniſchen Seeleuten Krafto genannt (geſchrieben Karafuto). Sie liegt der Mündung des Amur (des Schwarzen

Flusses, Saghalian Ula) gegenüber; ist von gutmüthigen, dunkelfarbigen, bisweilen etwas behaarten Ainos bewohnt. Der Admiral Krusenstern glaubte, wie auch früher die Begleiter von La Pérouse (1787) und Broughton (1797), daß Saghalin durch einen schmalen, sandigen Isthmus (Br. 52° 5′) mit dem asiatischen Continent zusammenhange; aber zufolge der wichtigen von Franz von Siebold mitgetheilten japanischen Nachrichten ist nach einer von Mamia Rinsô, dem Chef einer kaiserlich japanischen Commission, im Jahr 1808 aufgenommenen Karte Krafto keine Halbinsel, sondern ein auf allen Seiten vom Meer umflossenes Land (Ritter, Erdkunde von Asien Bd. III. S. 488). Das Resultat des verdienstlichen Mamia Rinsô ist neuerlichst im Jahre 1855, als die russische Flotte in der Baie de Castries (Br. 51° 29′) bei Alexandrowsk, also im Süden des vermeintlichen Isthmus, vor Anker lag und sich doch in die Amur-Mündung (Br. 52° 54′) zurückziehen konnte, vollkommen, wie Siebold meldet, bestätigt worden. In der Meerenge, in welcher man ehemals den Isthmus vermuthete, sind bei der Durchfahrt an einigen Stellen nur 5 Faden Tiefe gefunden. Die Insel fängt an wegen der Nähe des großen Amur- oder Saghalin-Stromes politisch wichtig zu werden. Ihr Name, ausgesprochen Karafto oder Krafto, ist die Zusammenziehung von Kara-fu-to, d. i. nach Siebold „die an Kara grenzende Insel“: da in japanisch-chinesischer Mundart Kara das nördlichste China (die Tartarei) bezeichnet, und fu nach dem zuletzt genannten scharfsinnigen Gelehrten hier „daneben liegend“ bedeutet. Tschoka ist eine Verstümmelung von Tsjokaï, und Tarakai aus Mißverständniß von dem Namen eines einzelnen Dorfes Taraika hergenommen. Nach Klaproth (Asia polyglotta p. 301) ist Taraikai oder Tarakai der heimische Aino-Name der ganzen Insel. Vergl. Leopold Schrenk's und Cap. Bernards Wittingham's Bemerkungen in Petermann's geogr. Mittheilungen 1856 S. 176 und 184; auch Perry, Exped. to Japan Vol. I. p. 468.

[62] (S. 394.) Dana, Geology of the Pacific Ocean p. 16. In den Meridianstreifen der südost-asiatischen Inselwelt sind auch die Küsten von Cochinchina seit dem Meerbusen von Tonkin, die von Malacca seit dem Meerbusen von Siam, ja selbst die von Neu-Holland südlich vom 25ten Parallelgrad meist nord-südlich abgeschnitten.

près de la terre. Ces jets de fumée se montrant par intervalles ont paru à MM. les naturalistes être des indices presque assurés de feux souterrains.« Soll man hier auf Erdbrände; auf Entzündung von Ligniten ſchließen, deren Schichten, von Baſalt und Tuff bedeckt, auf vulkaniſchen Inſeln (Bourbon, Kerguelen-Land und Island) ſo häufig vorkommen? Der *Surtarbrand* auf der letztgenannten Inſel hat ſeinen Namen nach ſcandinaviſchen Mythen von dem, den Weltbrand verurſachenden Feuer-Rieſen Surtr. Aber die Erdbrände ſelbſt verurſachen gewöhnlich keine Flammen. — Da in neuerer Zeit die Namen der Inſeln Amſterdam und St. Paul leider auf Karten oft verwechſelt worden ſind; ſo iſt, damit, bei ihrer ſehr verſchiedenen Geſtaltung, nicht der einen zugeſchrieben werde, was auf der anderen beobachtet wird, hier im allgemeinen zu bemerken, daß von den faſt unter einem und demſelben Meridian liegenden 2 Inſeln urſprünglich (ſchon am Ende des 17ten Jahrhunderts) die ſüdliche St. Paul, die nördliche Amſterdam benannt wurde. Der Entdecker Vlaming gab der erſteren die Breite von 38° 40′, der zweiten 37° 48′ im Süden des Aequators. Dieſe Benennung und Ortsbeſtimmungen kommen merkwürdig mit dem überein, was ein Jahrhundert ſpäter d'Entrecaſteaux auf der Expedition zur Aufſuchung von La Pérouſe gefunden hat (Voyage T. I. p. 43—45): nämlich für Amſterdam nach Beautemps-Beaupré 37° 47′ 46″ (long. 75° 51′), für St. Paul 38° 38′. Eine ſo große Uebereinſtimmung muß für Zufall gelten, da die Beobachtungsörter gewiß nicht ganz dieſelben waren. Dagegen hat Capt. Blackwood auf ſeiner Admiralitäts-Karte von 1842 für St. Paul 38° 44′ und long. 75° 17′. Auf den Karten, welche der Original-Ausgabe der Reiſen des unſterblichen Weltumſeglers Cook beigegeben worden ſind: z. B. der der erſten und zweiten Expedition (Voyage to the South Pole and round the World, Lond. 1777 p. 1), wie der dritten und letzten Reiſe (Voyage to the Pacific Ocean, published by the Admiralty, Lond. 1784, in 2d ed. 1785), ja ſelbſt aller drei Expeditionen (A general Chart, exhibiting the discoveries of Capt. Cook in this 3d and two preceeding voyages, by Lieut. Henry Roberts); iſt die Inſel St. Paul ſehr richtig als die ſüdlichere angegeben: aber in dem Texte der Reiſe von d'Entrecaſteaux (T. I. p. 44) wird tadelnd erwähnt (ob mit Recht, bleibt mir bei vielem Nachſuchen der Ausgaben auf den Bibliotheken von

Paris, Berlin und Göttingen mehr als zweifelhaft), „daß auf der Specialkarte der letzten Cook'schen Expedition die Insel Amsterdam südlicher als St. Paul gesetzt sei". Wenn eine eben solche Umkehrung der Benennungen im ersten Drittel des jetzigen Jahrhunderts, z. B. auf den älteren verdienstlichen Weltkarten von Arrowsmith und Purdy (1833), ganz gegen den ursprünglichen Willen des Entdeckers, Willem de Vlaming, häufig ist; so haben wohl mehr noch als eine Specialkarte von Cook's dritter Reise dazu gewirkt: 1) die Willkühr auf den Karten von Cox und Mortimer; 2) der Umstand, daß in dem Atlas der Reise von Lord Macartney nach China die schön und rauchend abgebildete vulkanische Insel zwar sehr richtig St. Paul, unter lat. 38° 42′, genannt wird, aber mit dem bösen Beisatz: »commonly called Amsterdam«; und daß, was noch schlimmer ist, in der Reisebeschreibung selbst Staunton und Dr. Gillan dies »Island still in a state of inflammation« immerfort Amsterdam nennen, ja sogar p. 226 hinzusetzen (nachdem sie p. 219 die wahre Breite gegeben), »that St. Paul is lying to the northward of Amsterdam«; 3) die gleiche Verwechselung der Namen durch Barrow (Voyage to Cochinchina in the years 1792 and 1793 p. 140—157), der die Rauch und Flammen gebende, südlichere Insel, welcher er ebenfalls die Breite von 38° 42′ beilegt, auch Amsterdam nennt. Malte-Brun (Précis de la Géographie universelle T. V. 1817 p. 146) beschuldigt Barrow mit Recht, aber sehr irrig Mr. de Rossel und Beautemps-Beaupré. Die letzteren beiden geben der Insel Amsterdam, die sie allein abbilden, 37° 47′; der Insel St. Paul, weil sie 50′ südlicher liegt, 38° 38′ (Voy. de Dentrecasteaux 1808 T. I. p. 40—46); und zum Beweise, daß die Abbildung die wahre Insel Amsterdam von Willem de Vlaming vorstellt, fügt Beautemps-Beaupré in seinem Atlas die Copie des viel bewaldeten Amsterdam aus Valentyn hinzu. Weil der berühmte Seefahrer Abel Tasman 1642 neben Middelburg, in der Tonga-Gruppe, die Insel Tonga tabu Amsterdam genannt hat (Burney, chronological history of the Voyages and Discoveries in the South-Sea or Pacific Ocean Part III. p. 81 und 437), in lat. 21° ½; so ist wieder aus Mißverständniß bisweilen Tasman als Entdecker von Amsterdam und St. Paul im indischen Ocean aufgeführt worden; s. Leidenfrost, histor. Handwörterbuch Bd. V. S. 310.

[80] (S. 412.) Sir James Roß, Voyage in the southern and antarctic regions Vol. I. p. 46 und 50—56.

[81] (S. 413.) A. a. O. p. 63—82.

[82] (S. 414.) Reſultat der Abwägungen vom Prof. Rigaud zu Oxford nach Halley's altem Vorſchlage; ſ. meine Asie centrale T. I. p. 189.

[83] (S. 415.) D'Urville, Voy. de la Corvette l'Astrolabe 1826—1829 Atlas Pl. I: 1) Die Polynésie ſoll enthalten den öſtlichen Theil der Südſee (die Sandwich-Inſeln, Tahiti und den Tonga-Archipel; aber auch Neu-Seeland); 2) Micronésie und Melanésie bilden den weſtlichen Theil der Südſee; die erſtere erſtreckt ſich von Kauai, der weſtlichſten Inſel der Sandwich-Gruppe, bis nahe an Japan und die Philippinen, und reicht ſüdlich bis an den Aequator: begreifend die Marianen (Ladronen), Carolinen und Pelew-Inſeln; 3) Melanésie (wegen der dunkellockigen Menſchenrace), in Nordweſt an die Malaisie grenzend, umfaßt die kleinen Archipele von Viti oder Fidji, der Neuen Hebriden und Salomons-Inſeln; ferner die größeren Inſeln Neu-Caledonien, Neu-Britannien, Neu-Irland und Neu-Guinea. Die, oft geographiſch ſo widerſprechend angewandten Namen Océanie und Polynésie ſind von Malte-Brun (1813) und von Leſſon (1828) eingeführt.

[84] (S. 415.) »The epithet *scattered* as applied to the islands of the Ocean (in the arrangement of the groups) conveys a very incorrect idea of their positions. There is a system in their arrangement as regular as in the mountain heights of a continent, and ranges of elevations are indicated, as grand and extensive, as any continent presents. Geology by J. Dana, or United States' Exploring Exped. under the command of Charles Wilkes Vol. X., (1849) p. 12. Dana zählt in der ganzen Südſee, kleine Klippen-Inſeln abgerechnet, auf 350 baſaltiſche oder trachytiſche und 290 Corallen-Inſeln. Er theilt ſie in 25 Gruppen, von denen 19 im Mittel die Achſenrichtung N 50°—60° W und 6 die Achſenrichtung N 20°—30° O haben. Ueberaus auffallend iſt, daß dieſe Zahl von Inſeln alle, wenige Ausnahmen (wie die Sandwich-Gruppe und Neu-Seeland) abgerechnet, zwiſchen 23° 28′ nördlicher und ſüdlicher Breite liegen, und daß ein ſo ungeheurer inſelleerer Raum öſtlich von der Sandwich- und der Nukahiva-Gruppe bis zu den amerikaniſchen Küſten von Mexico und Peru übrig bleibt. Dana

fügt zugleich die Betrachtung hinzu, welche mit der so unbedeutend kleinen Zahl jetzt thätiger Vulkane contrastirt: daß, wenn wahrscheinlicherweise die Corallen-Eilande da, wo sie zwischen ganz basaltischen Inseln liegen, ebenfalls ein basaltisches Fundament haben, die Zahl der unter- und überseeischen Vulkan-Oeffnungen (submariner und subaërialer) auf mehr denn tausend angeschlagen werden kann (p. 17 und 24).

[85] (S. 416.) Vergl. Kosmos Bd. IV. S. 292 und Anm. 35 dazu.

[86] (S. 417.) Dana, Geology of the U. St. Explor. Exped. p. 208 und 210.

[87] (S. 417.) Dana p. 193 und 201. Die Abwesenheit von Aschenkegeln ist auch sehr merkwürdig in den Lavaströme ergießenden Vulkanen der Eifel. Daß es aber aus dem Gipfel-Krater des Mauna Loa auch Aschen-Ausbrüche geben kann, beweist die sichere Nachricht, welche der Missionar Dibble aus dem Munde der Augenzeugen geschöpft hat und nach welcher während des Krieges Kamehameha's gegen die Aufrührer im Jahr 1789 ein mit Erdbeben begleiteter Ausbruch heißer Asche eine nächtliche Finsterniß über die Umgegend verbreitete (p. 183). Ueber die vulkanischen Glasfäden (Haar der Göttinn Pele: die vor ihrer Uebersiedelung nach Hawaii den jetzt erloschenen Vulkan Hale-a-Kala, das Sonnenhaus, der Insel Maui bewohnte) s. p. 179 und 199—200.

[88] (S. 417.) Dana p. 205: »The term *Solfatara* is wholly misapplied. A' Solfatara is an area with steaming fissures and escaping sulphur vapours, and without proper lava ejections; while *Kilauea* is a vast crater with extensive lava ejections and no sulphur, except that of the sulphur banks, beyond what necessarily accompanies, as at Vesuvius, violent volcanic action.« Das Gerüste von Kilauea, die Masse des großen Lavabeckens, besteht auch keinesweges aus Schichten von Asche oder fragmentarischem Gestein, sondern aus horizontalen Lavaschichten, gelagert wie Kalkstein. Dana p. 193. (Vgl. Strzelecki, phys. descr. of New South Wales 1845 p. 105—111.)

[89] (S. 418.) Dieses merkwürdige Sinken des Lavaspiegels bestätigen die Erfahrungen so vieler Reisenden, von Ellis, Stewart und Douglas bis zu dem verdienstvollen Grafen Strzelecki, der Expedition von Wilkes und dem so aufmerksam beobachtenden Missionar

Coan. Bei dem großen Ausbruch im Juni 1840 iſt der Zuſammenhang der Anſchwellung der Lava im Kilauea mit der plötzlichen Entzündung des ſo viel tiefer gelegenen Kraters Arare am entſcheidendſten geweſen. Das Verſchwinden des aus Arare ergoſſenen Lavaſtromes, ſein abermals unterirdiſcher Lauf und endliches Wiedererſcheinen in größerer Mächtigkeit läßt nicht gleich ſicher auf Identität ſchließen, da ſich gleichzeitig am ganzen Abhange des Berges unterhalb des Horizonts des Bodens vom Kilauea-Becken viele lavagebende Längenſpalten geöffnet haben. Sehr bemerkenswerth iſt es auch für die innere Conſtitution dieſes ſonderbaren Vulkans von Hawaii, daß im Juni 1832 beide Krater, der des Gipfels und der von Kilauea, Lavaſtröme ergoſſen und veranlaßten, alſo gleichzeitig thätig waren. (Vergl. Dana p. 184, 188, 193 und 196.)

[90] (S. 419.) Wilkes p. 114, 140 und 157; Dana p. 221. Wegen der ewigen Verwechſelung von r und l wird für Mauna Loa oft M. Roa und für Kilauea: Kirauea geſchrieben.

[91] (S. 419.) Dana p. 25 und 138.

[92] (S. 419.) Dana, Geology of the U. St. Exploring Exped. p. 138 (vergl. Darwin, structure of Coral Reefs p. 60).

[93] (S. 421.) Léop. de Buch, Description phys. des Iles Canaries 1836 p. 393 und 403—405.

[94] (S. 421.) S. Dana a. a. O. p. 438—446 und über die friſchen Spuren alt-vulkaniſcher Thätigkeit auf Neu-Holland p. 453 und 457, wie über die vielen Säulen-Baſalte in Neu-Süd-Wales und Van Diemen's Land p. 495—510; und E. de Strzelecki, phys. descr. of New South Wales p. 112.

[95] (S. 422.) Erneſt Dieffenbach, Travels in New Zealand 1843 Vol. I. p. 337, 355 und 401. Dieffenbach nennt White Island: a *smoking* solfatara, but still in *volcanic* activity (p. 358 und 407), auf der Karte: in continual ignition.

[96] (S. 423.) Dana p. 445—448; Dieffenbach Vol. I. p. 331, 339—341 und 397. Ueber Mount Egmont ſ. Vol. I. p. 131—157.

[97] (S. 424.) Darwin, Volcanic Islands p. 125; Dana p. 140.

[98] (S. 424.) L. de Buch, Descr. des I. Can. p. 365. Auf den hier genannten drei Inſeln finden ſich indeß neben plutoniſchen und Sediment-Schichten auch Phonolithe und baſaltiſches

Geſtein; aber dieſe Gebirgsarten können ſchon bei der erſten vulkaniſchen Erhebung der Inſeln aus dem Meeresboden über den Meeresſpiegel erſchienen ſein. Von Feuerausbrüchen in hiſtoriſchen Zeiten oder von ausgebrannten Krateren ſoll keine Spur gefunden werden.

[99] (S. 424.) Dana p. 343—350.

[100] (S. 424.) Dana p. 312, 318, 320 und 323.

[1] (S. 425.) L. von Buch p. 383; Darwin, Volc. Isl. p. 25; Darwin, Coral Reefs p. 138; Dana p. 286—305 und 364.

[2] (S. 426.) Dana p. 137.

[3] (S. 427.) Darwin, Volc. Isl. p. 104, 110—112 und 114. Wenn Darwin ſo beſtimmt ſagt, daß aller Trachyt auf den Galapagos fehle; ſo iſt es doch wohl nur, weil er die Benennung Trachyt auf den eigentlichen gemeinen Feldſpath, d. i. den Orthoklas, oder auf den Orthoklas und Sanidin (glaſigen Feldſpath) einſchränkt. Die räthſelhaften eingebackenen Stücke in der Lava des kleinen, ganz baſaltiſchen Kraters von James Island enthalten keinen Quarz, wenn ſie gleich auf einem plutoniſchen Gebirge zu ruhen ſcheinen. (Vergl. oben Kosmos Bd. IV. S. 345 und 375.) Mehrere der vulkaniſchen Kegelberge auf den Galapagos-Inſeln haben, an der Mündung, ganz wie ich am Cotopari geſehen, einen ſchmalen cylindriſchen, ringförmigen Aufſatz. »In some parts the ridge is surmounted by a wall or parapet perpendicular on both sides.« Darwin, Volc. Isl. p. 83.

[4] (S. 427.) L. von Buch p. 376.

[5] (S. 427.) Bunſen in Leonhard's Jahrb. für Mineralogie 1851 S. 856, wie auch in Poggend. Annalen der Phyſik Bd. 83. S. 223.

[6] (S. 428.) Kosmos Bd. IV. S. 311—313 und Anm. 70.

[7] (S. 428.) S. Pieſchel über die Vulkane von Mexico in der Zeitſchrift für Allg. Erdkunde Bd. VI. 1856 S. 86 und 489—532. Die Behauptung (S. 86), „daß nie ein Sterblicher die ſteile Spitze des Pico del Fraile", d. h. den höchſten Gipfel des Vulkans von Toluca, „erſtiegen habe"; iſt durch meine auf dieſem, freilich kaum 10 Fuß breiten Gipfel am 29 Sept. 1803 gemachte und ſchon 1807 publicirte Barometer-Meſſung, und neuerlichſt durch Dr. Gumprecht in demſelben Bande der obigen Zeitſchrift (S. 489) widerlegt worden. Der erregte Zweifel war um ſo ſonderbarer, da ich gerade von dieſer, allerdings nicht ohne Anſtrengung zu erreichen-

den, thurmförmigen Spitze des Pico del Fraile, in einer Höhe, welche kaum 600 Fuß geringer als die des Montblanc iſt, die Trachytmaſſen abgeſchlagen habe, die vom Blitz durchlöchert und im Inneren wie Blitzröhren verglaſt ſind. Ueber die von mir ſowohl in der Berliner als in mehreren Pariſer Sammlungen niedergelegten Stücke gab Gilbert ſchon 1819 einen Aufſatz im LXIten Bande ſeiner Annalen der Phyſik S. 261 (vergl. auch Annales de Chimie et de Physique T. XIX. 1822 p. 298). Wo der Blitz förmliche cylindriſche Röhren zu 3 Zoll Länge ſo durchgeſchlagen hat, daß man die obere und untere Oeffnung erkennen kann, iſt ebenfalls das die Oeffnungen umgebende Geſtein verglaſt. Ich habe auch Trachytſtücke in meinen Sammlungen mitgebracht, an denen, wie am Kleinen Ararat oder am Montblanc, ohne röhrenförmige Durchbohrung die ganze Oberfläche verglaſt iſt. — Herr Pieſchel hat den zweigipfligen Vulkan von Colima im October 1852 zuerſt erſtiegen und iſt bis zum Krater gelangt, aus dem er damals nur heiße Schwefel-Waſſerſtoff-Dämpfe wolkenartig aufſteigen ſah. Aber Sonneſchmid, der im Febr. 1796 die Erſteigung des Colima vergeblich verſuchte, giebt Nachricht von einem mächtigen Aſchen-Auswurf im Jahr 1770. Im Monat März 1795 wurden dagegen bei Nacht glühende Schlacken ſcheinbar in einer Feuerſäule ausgeſtoßen. — „In Nordweſten vom Vulkan von Colima zieht ſich längs der Südſee-Küſte eine vulkaniſche Zweigſpalte hin. Ausgebrannte Krater und alte Lavaſtröme erkennt man in den ſogenannten Vulkanen von Ahuacatlan (auf dem Wege von Guadalaxara nach San Blas) und von Tepic.“ (Pieſchel a. a. O. S. 529.)

[8] (S. 429.) Kosmos Bd. IV. S. 392—397.

[9] (S. 430.) Der von dem gelehrten und mir befreundeten Geographen, Contre-Admiral de Fleurieu, dem Verfaſſer der Introduction historique au Voyage de Marchand, eingeführte Name Grand Océan zur Bezeichnung des Beckens der Südſee vertauſcht das Ganze mit einem Theile und verleitet daher zur Verwechſelung.

[10] (S. 432.) Ueber die Achſe der größten Höhen und der Vulkane in der Tropenzone von Mexico ſ. Kosmos Bd. IV. S. 312 und 343. Vergl. auch Essai pol. sur la Nouv. Esp. T. I. p. 257—268, T. II. p. 173; Anſichten der Natur Bd. I. S. 344—350.

[11] (S. 433.) Durch Juan de Oñate 1594. Memoir of a tour to Northern Mexico in 1846 and 1847 by Dr. Wislizenus. Ueber den Einfluß der Bodengeſtaltung (der wunderbaren Größe des Tafellandes) auf den inneren Handel und den Verkehr der Tropenzone mit dem Norden, wenn einſt auch hier einmal bürgerliche Ordnung, geſetzliche Freiheit und Induſtrie erwachſen, vergl. Essai pol. T. IV. p. 38 und Dana p. 612.

[12] (S. 433.) In dieſer Ueberſicht der Höhen des Bodens zwiſchen Merico und Santa Fé del Nuevo Mexico, wie in der ähnlichen, aber unvollſtändigeren, welche ich in den Anſichten der Natur Bd. I. S. 349 gegeben, bedeuten die den Zahlen beigefügten Buchſtaben Ws, Bt und Ht die Namen der Beobachter: nämlich Ws den Dr. Wislizenus, Verfaſſer des ſehr lehrreichen, wiſſenſchaftlichen Memoir of a tour to Northern Mexico, connected with Col. Doniphan's Expedition, in 1846 and 1847 (Waſhington 1848); Bt den Oberbergrath Burkart und Ht meine eigenen Meſſungen. Als ich vom März 1803 bis zum Febr. 1804 mit aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen in dem tropiſchen Theile von Neuſpanien beſchäftigt war, und nach allen Materialien, die ich auffinden und discutiren konnte, eine General-Karte von Neuſpanien zu entwerfen wagte, von der mein hochverehrter Freund, Thomas Jefferſon, der damalige Präſident der Vereinigten Staaten, während meines Aufenthalts in Waſhington eine, ſpäter oft gemißbrauchte Copie anfertigen ließ; gab es im Inneren des Landes auf dem Wege nach Santa Fé noch keine Breiten-Beſtimmung nördlich von Durango (lat. 24° 25′). Nach den zwei von mir in den Archiven in Merico aufgefundenen handſchriftlichen Reiſejournalen der Ingenieure Rivera Lafora und Mascaró aus den Jahren 1724 und 1765, welche Compaß-Richtungen und geſchätzte partielle Diſtanzen enthielten, ergab eine ſorgfältige Berechnung für die wichtige Station Santa Fé nach Don Pedro de Rivera lat. 36° 12′ und long. 108° 13′ (ſ. meinen Atlas géogr. et phys. du Mexique Tab. 6 und Essai pol. T. I. p. 75, 82). Ich habe vorſichtig in der Analyſe meiner Karte dieſes Reſultat als ein ſehr ungewiſſes bekannt gemacht, da in den Schätzungen der Diſtanzen wie in der Compaß-Richtung ohne Correction der magnetiſchen Abweichung und bei dem Mangel von Objecten in baumloſen Ebenen ohne menſchliche Wohnungen auf eine Erſtreckung von mehr als 300 geogr. Meilen ſich

nicht alle Fehler compenſiren (T. I. p. 127—131). Durch Zufall iſt das eben gegebene Reſultat, mit dem der neueſten aſtronomiſchen Beobachtungen verglichen, in der Breite weit fehlerhafter als in der Länge ausgefallen: in der erſteren um 31, in der zweiten kaum um 23 Bogen-Minuten. Eben ſo iſt es mir durch Combinationen geglückt annähernd richtig zu beſtimmen die geographiſche Lage des Sees Timpanogos, welchen man jetzt gewöhnlich den Great Salt Lake nennt: indem man nur noch den Fluß, welcher in den kleinen Utah-See, einen Süßwaſſer-See, fällt, als Timpanogos River bezeichnet. In der Sprache der anwohnenden Utah-Indianer heißt Fluß og-wahbe, durch Verkürzung auch ogo allein; timpan heißt Fels: alſo bedeutet Timpan-ogo Felsfluß (Frémont, Expl. Exped. 1845 p. 273). Buſchmann erklärt das Wort timpa für entſtanden aus dem mexicaniſchen tetl Stein, indem er in pa eine einheimiſche Subſtantiv-Endung nord-mexicaniſcher Sprachen aufgedeckt hat: ogo giebt er die allgemeine Bedeutung von Waſſer; ſ. ſein Werk: die Spuren der aztekiſchen Sprache im nördlichen Mexico S. 354–356 und 351. Der Mormonen Great Salt Lake City liegt lat. 40° 46′, long. 114° 26′. Vergl. Expedition to the Valley of the Great Salt Lake of Utah, by capt. Howard Stansbury, 1852 p. 300 und Humboldt, Anſichten der Natur Bd. I. S. 346. Meine Karte giebt Montagnes de Sel gemme etwas öſtlich von der Laguna de Timpanogos: lat. 40° 7′, long. 114° 9′; alſo weicht meine erſte Vermuthung ab in der Breite 39, in der Länge 17 Minuten. — Die neueſten mir bekannt gewordenen Ortsbeſtimmungen von Santa Fé, der Hauptſtadt Neu-Mexico's, ſind a) nach vielen Sternhöhen beſtimmt vom Lieut. Emory (1846), lat. 35° 44′ 6″; b) nach Gregg und Dr. Wislizenus (1848), vielleicht in einer anderen Localität, 35° 41′ 6″. Die Länge iſt für Emory 7h 4′ 18″ in Zeit von Greenwich, alſo im Bogen 108° 50′ von Paris; für Wislizenus 108° 22′. (New Mexico and California by Emory, Docum. No. 41 p. 36; Wisl. p. 29.) Der Fehler der meiſten Karten iſt, in der Gegend von Santa Fé die Orte in der Breite zu nördlich zu ſetzen. Die Höhe der Stadt Santa Fé über dem Meere iſt nach Emory 6422, nach Wislizenus volle 6611 Par. Fuß (Mittel 6516 F.): alſo gleich den Splügen- und Gotthards-Päſſen der ſchweizer Alpen.

[13] (S. 433.) Die Breite von Albuquerque iſt genommen aus der ſchönen Specialkarte: Map of the Territory of New Mexico by

Kern 1851. Die Höhe ist nach Emory (p. 166) 4457 Fuß, nach Wislizenus (p. 122) aber 4559 Fuß.

[14] (S. 433.) Für die Breite des Paso del Norte vergl. Wislizenus p. 125 Met. Tables 8—12 Aug. 1846.

[15] (S. 435.) Vergl. Frémont, Report of the Exploring Exped. in 1842 p. 60; Dana, Geology of the U. St. Expl. Exped. p. 611—613; und für Südamerika Alcide d'Orbigny, Voy. dans l'Amérique mérid. Atlas Pl. VIII de Géologie spéciale, fig. 1.

[16] (S. 435.) Ueber diese Bifurcation und die richtige Benennung der östlichen und westlichen Kette vergl. die große Specialkarte des Territory of New Mexico von Parke und Kern 1851, Edwin Johnson's Map of Railroads 1854, John Bartlett's Map of the Boundary Commission 1854, Explorations and Surveys from the Mississippi to the Pacific in 1853 and 1854 Vol. I. p. 15; und vor allem die vielumfassende, vortreffliche Arbeit von Jules Marcou, Geologist of the southern Pacific R. R. Survey under the Command of Lieut. Whipple: als Résumé explicatif d'une Carte géologique des États Unis et d'un Profil géologique allant de la vallée du Mississippi aux côtes de l'Océan Pacifique, p. 113—116; auch im Bulletin de la Société géologique de France, 2e Série T. XII. p. 813. In dem von der Sierra Madre oder den Rocky Mountains eingeschlossenen Längenthale lat. 35°—38°½ haben die einzelnen Gruppen, aus welchen die westliche Kette der Sierra Madre und die östliche Kette der Rocky Mountains (Sierra de Sandia) bestehen, besondere Namen. Zu der ersteren Kette gehören von Süden nach Norden: die Sierra de las Grullas, die S. de los Mimbres (Wislizenus p. 22 und 54), Mount Taylor (lat. 35° 15′), Sierra de Jemez und S. de San Juan; in der östlichen Kette unterscheidet man die Moro Pics, Sierra de la Sangre de Christo mit den östlichen Spanish Peaks (lat. 37° 32′) und die, sich nordwestlich wendenden, das Längenthal von Taos und S. Fé schließenden White Mountains. Professor Julius Fröbel, dessen Untersuchung der Vulkane von Central-Amerika ich schon oben (Kosmos Bd. IV. S. 541) erwähnt habe, hat mit vielem Scharfsinn die Unbestimmtheit der geographischen Benennung Sierra Madre auf den älteren Karten entwickelt, aber zugleich in einer Abhandlung: remarks contributing

to the physical Geography of the North American Continent (9th annual Report of the Smithsonian Institution 1855 p. 272—281) die Behauptung aufgeſtellt, der ich nach Discuſſion ſo vieler jetzt vorhandener Materialien keineswegs beipflichten kann: daß die Rocky Mountains gar nicht als eine Fortſetzung des mericaniſchen Hochgebirges in der Tropenzone von Anahuac zu betrachten ſeien. Ununterbrochene Gebirgsketten: wie in den Apenninen, dem ſchweizer Jura, in den Pyrenäen und einem großen Theile unſerer Alpenkette, giebt es allerdings vom 19ten bis zum 44ten Breitengrade, vom Popocatepetl in Anahuac bis nördlich von Frémont's Peak in den Rocky Mountains, in der Richtung von Süd-Süd-Oſt gen Nord-Nord-Weſt nicht: aber die ungeheure, gegen Nord und Nordweſt in der Breite immer mehr zunehmende Anſchwellung des Bodens iſt vom tropiſchen Merico bis Oregon continuirlich; und auf dieſer Anſchwellung (Hochebene), welche das geognoſtiſche Hauptphänomen iſt, erheben ſich auf ſpät und zu ſehr ungleicher Zeit entſtandenen Spalten in oft abweichender Richtung einzelne Gebirgsgruppen. Dieſe aufgeſetzten Berggruppen, in den Rocky Mountains aber zu der Ausdehnung von 8 Breitengraden faſt wallartig zuſammenhangend und durch meiſt trachytiſche, zehn- bis zwölftauſend Fuß hohe Kegelberge weit ſichtbar gemacht, laſſen um ſo mehr einen tiefen ſinnlichen Eindruck, als dem Auge des Reiſenden das umgebende hohe Plateau ſich täuſchend wie eine Ebene des Flachlandes darſtellt. Wenn in den Cordilleren von Südamerika, von denen ich einen beträchtlichen Theil aus eigener Anſchauung kenne, ſeit La Condamine's Zeiten von Zwei- und Drei-Reihung die Rede iſt (der ſpaniſche Ausdruck las Cordilleras de los Andes bezieht ſich ja auf ſolche Reihung und Theilung der Kette); ſo darf man nicht vergeſſen, daß auch hier die Richtungen der einzelnen gereihten Berggruppen, als lange Rücken oder gereihte Dome, keineswegs unter einander oder der Richtung der ganzen Anſchwellung parallel ſind.

[17] (S. 436.) Frémont, Explor. Exped. p. 281—288 Pike's Peak lat. 38° 50′, abgebildet p. 114; Long's Peak 40° 15′; Erſteigung von Frémont's Peak (13570 feet) p. 70. Die Wind River Mountains haben ihren Namen von den Quellen eines Zufluſſes des Big Horn River, deſſen Waſſer ſich mit denen des Yellow Stone River vereinigen, welcher ſelbſt in den Ober-Miſſouri (Br. 47° 58′,

Lg. 105° 27′) fällt. S. die Abbildungen des Alpengebirges, reich an Glimmerſchiefer und Granit, p. 66 und 70. Ich habe überall die engliſchen Benennungen der nordamerikaniſchen Geographen beibehalten, weil deren Ueberſetzung in eine rein deutſche Nomenclatur oft eine reiche Quelle der Verwirrung geworden iſt. Um in Richtung und Länge die, nach meines Freundes und Reiſebegleiters, des Obriſten Ernſt Hofmann, mühevollen Erforſchungen am Nord-Ende öſtlich gekrümmte und vom truchmeniſchen Berge Airuck-Tagh (48°¾) bis zum Sablja-Gebirge (65°) volle 255 geogr. Meilen lange Meridiankette des Ural mit den Rocky Mountains vergleichen zu können; erinnere ich hier daran, daß die letztere Kette zwiſchen den Parallelen von Pike's Peak und Lewis und Clarke's Paß von 107°½ in 114°½ Länge übergeht. Der Ural, welcher in dem eben genannten Abſtande von 17 Breitengraden wenig von dem Pariſer Meridian von 56° 40′ abweicht, verändert ebenfalls ſeine Richtung unter dem Parallel von 65°, und erlangt unter lat. 67°½ den Meridian von 63°¾. Vergl. Ernſt Hofmann, der nördliche Ural und das Küſtengebirge Pae-Choi 1856 S. 191 und 297—305 mit Humboldt, Asie centrale (1843) T. I. p. 447.

[18] (S. 437.) Kosmos Bd. IV. S. 321.

[19] (S. 437.) Der Raton-Paß hat nach der Wegkarte von 1855, welche zu dem allgemeinen Berichte des Staatsſecretärs Jefferſon Davis gehört, noch eine Höhe von 6737 Fuß über dem Meere. Vergl. auch Marcou, Résumé explicatif d'une Carte géol. 1855 p. 113.

[20] (S. 438.) Es ſind zu unterſcheiden von Oſten nach Weſten der Gebirgsrücken von Zuñi, wo der Paso de Zuñi noch 7454 Fuß erreicht; Zuñi viejo: das alte, zerſtörte Pueblo, von Möllhauſen auf Whipple's Expedition abgebildet; und das jetzt bewohnte Pueblo de Zuni. Zehn geogr. Meilen nördlich von letzterem, bei dem Fort Defiance, iſt auch noch ein ſehr kleines, iſolirtes, vulkaniſches Gebiet. Zwiſchen dem Dorfe Zuñi und dem Abfall nach dem Rio Colorado chiquito (little Colorado) liegt unbedeckt der verſteinerte Wald, welchen Möllhauſen 1853 vortrefflich abgebildet und in einer an die geographiſche Geſellſchaft zu Berlin eingeſandten Abhandlung beſchrieben hat. Unter die verkieſelten Coniferen ſind nach Marcou (Résumé explic. d'une Carte géol. p. 59) foſſile baumartige Farren gemengt.

[21] (S. 439.) Alles nach den Profilen von Marcou und der oben citirten Wegkarte von 1855.

[22] (S. 439.) Die franzöſiſchen Benennungen, von canadiſchen Pelzjägern eingeführt, ſind im Lande und auf engliſchen Karten allgemein gebräuchlich. Die relative Ortslage der ausgebrannten Vulkane iſt nach den neueſten Beſtimmungen folgende: Frémont's Peak Br. 43° 5′, Lg. 112° 30′; Trois Tetons Br. 43° 38′, Lg. 113° 10′; Three Buttes Br. 43° 20′, Lg. 115° 2′; Fort Hall Br. 43° 0′, Lg. 114° 45′.

[23] (S. 439.) Lieut. Mullan über die vulkaniſche Formation, in den Reports of Explor. and Surveys Vol. I. (1855) p. 330 und 348; ſ. auch Lambert's und Tinkham's Berichte über die Three Buttes daſelbſt p. 167 und 226—230, und Jules Marcou p. 115.

[24] (S. 440.) Dana p. 616—621: Blaue Berge, p. 649—651: Sacramento Butt, p. 630—643: Shasty Mountains, p. 614: Cascade Range. — Ueber die durch vulkaniſches Geſtein durchbrochene Monte Diablo Range ſ. auch John Trask on the geology of the Coast Mountains and the Sierra Nevada 1854 p. 13—18.

[25] (S. 441.) Dana (p. 615 und 640) ſchätzte den Vulkan St. Helen's 15000 Par. Fuß und Mount Hood alſo unter dieſer Höhe; dagegen ſoll nach Anderen Mt Hood die große Höhe von 18316 feet = 17176 Pariſer Fuß: alſo 2370 Par. Fuß mehr als der Gipfel des Montblanc und 4438 Fuß mehr als Frémont's Peak in den Rocky Mountains, erreichen. Mt Hood wäre nach dieſer Angabe (Landgrebe, Naturgeſchichte der Vulkane Bd. I. S. 497) nur 536 Fuß niedriger als der Vulkan Cotopari; dagegen überträfe nach Dana Mt Hood den höchſten Gipfel des Felsgebirges höchſtens um 2300 Fuß. Ich mache immer gern aufmerkſam auf ſolche variantes lectiones.

[26] (S. 441.) Dana, Geol. of the U. St. Expl. Exp. p. 640 und 643—645.

[27] (S. 441.) Aeltere Varianten der Höhen ſind nach Wilkes 9550, nach Simpſon 12700 F.

[28] (S. 442.) Karſten's Archiv für Mineralogie Bd. I. 1829 S. 243.

[29] (S. 442.) Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Esp. T. I. p. 266, T. II. p. 310.

[30] (S. 442.) Nach einem Manuſcripte, das ich im Jahre 1803 in den Archiven von Mexico habe benutzen dürfen, iſt in der Expedition von Juan Perez und Eſtevan José Martinez im Jahr 1774 die ganze Küſte von Nutka bis zu dem ſpäter ſo genannten Cook's Inlet beſucht worden (a. a. O. p. 296—298).

[31] (S. 446.) In den antilliſchen Inſeln iſt die vulkaniſche Thätigkeit auf die ſogenannten Kleinen Antillen eingeſchränkt: da drei oder vier noch thätige Vulkane auf einer etwas bogenförmigen Spalte von Süden nach Norden, den Vulkan-Spalten Central-Amerika's ziemlich parallel, ausgebrochen ſind. Ich habe ſchon bei einer anderen Gelegenheit: bei den Betrachtungen, welche die Gleichzeitigkeit der Erdbeben in den Flußthälern des Ohio, Miſſiſippi und Arkanſas mit denen des Orinoco und des Littorals von Venezuela anregt; das kleine Meer der Antillen in ſeinem Zuſammenhang mit dem Golf von Mexico und der großen Ebene der Luiſiana zwiſchen den Alleghanys und Rocky Mountains, nach geognoſtiſchen Anſichten, als ein einiges altes Becken geſchildert (Voyage aux Régions équinoxiales T. II. p. 5 und 19; Kosmos Bd. IV. S. 10). Dieſes Becken wird in ſeiner Mitte, zwiſchen 18° und 22° Breite, durch eine plutoniſche Gebirgsreihe vom Cap Catoche der Halbinſel Yucatan an bis Tortola und Virgen gorda durchſchnitten. Cuba, Haiti und Portorico bilden eine weſt-öſtliche Reihe, welche der Granit- und Gneiß-Kette von Caracas parallel läuft; dagegen verbinden die, meiſt vulkaniſchen, Kleinen Antillen die eben bezeichnete plutoniſche Kette (die der Großen Antillen) und die des Littorals von Venezuela mit einander; ſie ſchließen den ſüdlichen Theil des Beckens in Oſten. Die jetzt noch thätigen Vulkane der Kleinen Antillen liegen zwiſchen den Parallelen von 13° bis 16°½. Es folgen von Süden nach Norden:

Der Vulkan der Inſel St. Vincent, bald zu 3000, bald zu 4740 Fuß Höhe angegeben. Seit dem Ausbruch von 1718 herrſchte Ruhe, bis ein ungeheurer Lava-Ausbruch am 27 April 1812 erfolgte. Die erſten Erſchütterungen, dem Krater nahe, fingen bereits im Mai 1811 an: drei Monate nachdem die Inſel Sabrina in den Azoren aus dem Meere aufgeſtiegen war. In dem Bergthal von Caracas, 3280 Fuß über dem Meeresſpiegel, begannen ſie ſchwach ſchon im December deſſelben Jahres. Die völlige Zerſtörung der großen Stadt war am 26 März 1812. So wie mit Recht das Erdbeben, welches am 14 Dec. 1796 Cumana zerſtörte, der Eruption des Vulkans von

Guadeloupe (Ende Septembers 1796) zugeschrieben wurde, so scheint der Untergang von Caracas eine Wirkung der Reaction eines südlicheren Vulkans der Antillen, des von St. Vincent, gewesen zu sein. Das furchtbare, dem Kanonendonner gleiche, unterirdische Getöse, welches eine heftige Eruption des zuletzt genannten Vulkans am 30 April 1812 erregte, wurde in den weiten Gras-Ebenen (Llanos) von Calabozo und an den Ufern des Rio Apure, 48 geogr. Meilen westlicher als seine Vereinigung mit dem Orinoco, vernommen (Humb. Voy. T. II. p. 14). Der Vulkan von St. Vincent hatte keine Lava gegeben seit 1718; am 30 April entfloß ein Lavastrom dem Gipfel-Krater und gelangte nach 4 Stunden bis an das Meeresufer. Sehr auffallend ist es gewesen und mir von sehr verständigen Küstenfahrern bestätigt worden, daß das Getöse auf offnem Meere fern von der Insel weit stärker war als nahe am Littoral.

Der Vulkan der Insel S. Lucia, gewöhnlich nur eine Solfatare genannt, ist kaum zwölf- bis achtzehnhundert Fuß hoch. Im Krater liegen viele kleine, periodisch mit siedendem Wasser gefüllte Becken. Im Jahr 1766 soll ein Auswurf von Schlacken und Asche beobachtet worden sein, was freilich bei einer Solfatare ein ungewöhnliches Phänomen ist; denn wenn auch (nach den gründlichen Untersuchungen von James Forbes und Poulett Scrope) an einer Eruption der Solfatare von Pozzuoli im Jahr 1198 wohl nicht zu zweifeln ist, so könnte man doch geneigt sein dies Ereigniß als eine Seitenwirkung des nahe gelegenen Hauptvulkans, des Vesuvs, zu betrachten. (S. Forbes im Edinb. Journal of Science Vol. I. p. 128 und Poulett Scrope in den Transact. of the Geol. Soc. 2d Ser. Vol. II. p. 346.) Lancerote, Hawaii und die Sunda-Inseln bieten uns analoge Beispiele von Ausbrüchen dar, welche von den Gipfel-Kratern, dem eigentlichen Sitze der Thätigkeit, überaus fern liegen. Freilich hat sich bei großen Vesuv-Eruptionen in den Jahren 1794, 1822, 1850 und 1855 die Solfatara von Pozzuoli nicht geregt (Julius Schmidt über die Eruption des Vesuvs im Mai 1855 S. 156): wenn gleich Strabo (lib. V pag. 245), lange vor dem Ausbruch des Vesuvs, in dem Brandfelde von Dicäarchia bei Kymäa und Phlegra auch von Feuer, freilich unbestimmt, spricht. (Dicäarchia erhielt zu Hannibals Zeit von den Römern, die es da colonisirten, den Namen Puteoli. „Einige meinen", setzt Strabo hinzu, „daß wegen des üblen Geruches des Wassers die

ganze dortige Gegend bis Bajä und Kymäa ſo genannt ſei, weil ſie voll Schwefels, Feuers und warmer Waſſer iſt. Einige glauben, daß deshalb Kymäa, Cumanus ager, auch Phlegra genannt werde . . . ."; und danach erwähnt Strabo noch dort „Ergüſſe von Feuer und Waſſer, προχοὰς τοῦ πυρὸς καὶ τοῦ ὕδατος".)

Die neue vulkaniſche Thätigkeit der Inſel Martinique in der Montagne Pelée (nach Dupuget 4416 F. hoch), dem Vauclin und den Pitons du Carbet iſt noch zweifelhafter. Der große Dampf-Ausbruch vom 22 Januar 1792, welchen Chisholm beſchreibt, und der Aſchenregen vom 5 Auguſt 1851 verdienen nähere Prüfung.

Die Soufrière de la Guadeloupe, nach den älteren Meſſungen von Amic und le Boucher 5100 und 4794 Fuß, aber nach den neueſten und ſehr genauen von Charles Sainte-Claire Deville nur 4567 Fuß hoch, hat ſich am 28 Sept. 1797 (alſo 78 Tage vor dem großen Erdbeben und der Zerſtörung der Stadt Cumana) als ein Bimsſtein auswerfender Vulkan erwieſen (Rapport fait au Général Victor Hugues par Amic et Hapel sur le Volcan de la Basse-Terre, dans la nuit du 7 au 8 Vendimiaire an 6, pag. 46; Humb. Voyage T. I. p. 316). Der untere Theil des Berges iſt dioritiſches Geſtein; der vulkaniſche Kegelberg, deſſen Gipfel geöffnet iſt, labrador-haltiger Trachyt. Lava ſcheint dem Berge, welchen man wegen ſeines gewöhnlichen Zuſtandes die Soufrière nennt, nie in Strömen entfloſſen zu ſein, weder aus dem Gipfel-Krater noch aus Seitenſpalten; aber die von dem vortrefflichen, ſo früh dahingeſchiedenen Dufrénoy, mit der ihm eigenen Genauigkeit, unterſuchten Aſchen der Eruptionen vom Sept. 1797, Dec. 1836 und Febr. 1837 erwieſen ſich als fein zermalmte Laven-Fragmente, in denen feldſpathartige Mineralien (Labrador, Rhyakolith und Sanidin) neben Pyroxen zu erkennen waren. (S. Lherminier, Daver, Elie de Beaumont und Dufrénoy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. IV. 1837 p. 294, 651 und 743—749.) Auch kleine Fragmente von Quarz hat neben den Labrador-Kryſtallen Deville in den Trachyten der Soufrière (Comptes rendus T. XXXII. p. 675) erkannt, wie Guſtav Roſe ſogar Hexagon-Dodecaëder von Quarz auch in den Trachyten des Vulkans von Arequipa (Meyen, Reiſe um die Erde Bd. II. S. 23) fand.

Die hier geſchilderten Erſcheinungen, ein temporäres Ausſtoßen ſehr verſchiedenartiger mineraliſcher Gebilde aus den Spalten-

Oeffnungen einer Soufrière, erinnern recht lebhaft daran, daß, was man Solfatare, Soufrière oder Fumarole zu nennen pflegt, eigentlich nur gewiſſe Zuſtände vulkaniſcher Thätigkeit bezeichnet. Vulkane, die einſt Laven ergoſſen oder, wenn dieſe gefehlt, unzuſammenhangende Schlacken von beträchtlichem Volum, ja endlich dieſelben Schlacken, aber durch Reibung gepulvert, ausgeſtoßen haben; kommen bei verminderter Thätigkeit in ein Stadium, in dem ſie nur Schwefel-Sublimate, ſchweflige Säure und Waſſerdampf liefern. Wenn man ſie als ſolche Halbvulkane nennt, ſo wird man leicht Veranlaſſung zu der Meinung geben, ſie ſeien eine eigene Claſſe von Vulkanen. Bunſen: dem mit Bouſſingault, Senarmont, Charles Deville und Danbrée, durch ſcharfſinnige und glückliche Anwendung der Chemie auf Geologie und beſonders auf die vulkaniſchen Proceſſe, unſere Wiſſenſchaft ſo herrliche Fortſchritte verdankt; zeigt, „wie da, wo in Schwefel-Sublimationen, welche faſt alle vulkaniſchen Eruptionen begleiten, die Schwefelmaſſen in Dampfgeſtalt den glühenden Pyroxen-Geſteinen begegnen, die ſchweflige Säure ihren Urſprung nimmt durch partielle Zerſetzung des in jenen Geſteinen enthaltenen Eiſen-Oxydes. Sinkt darauf die vulkaniſche Thätigkeit zu niederen Temperaturen herab, ſo tritt die chemiſche Thätigkeit dieſer Zone in eine neue Phaſe. Die daſelbſt erzeugten Schwefel-Verbindungen des Eiſens und vielleicht der Erd- und Alkali-Metalle beginnen ihre Wirkung auf den Waſſerdampf; und als Reſultat der Wechſelwirkung entſtehen Schwefel-Waſſerſtoff und deſſen Zerſetzungs-Producte: freier Waſſerſtoff und Schwefeldampf.“ — Die Schwefel-Fumarolen überdauern die großen vulkaniſchen Ausbrüche Jahrhunderte lang. Die Salzſäuren-Fumarolen gehören einer anderen und ſpäteren Periode an. Sie können nur ſelten den Charakter permanenter Erſcheinungen annehmen. Der Urſprung der Salzſäure in den Krater-Gaſen ergiebt ſich daraus, daß das Kochſalz, welches ſo oft als Sublimations-Product bei Vulkanen, beſonders am Veſuv, auftritt, bei höheren Temperaturen unter Mitwirkung von Waſſerdampf durch Silicate in Salzſäure und Natron zerlegt wird, welches letztere ſich mit den vorhandenen Silicaten verbindet. Salzſäuren-Fumarolen, die bei italiäniſchen Vulkanen nicht ſelten in dem großartigſten Maaßſtabe, und dann gewöhnlich von mächtigen Kochſalz-Sublimationen begleitet zu ſein pflegen, erſcheinen für Island von ſehr geringer Bedeutung. Als die Endglieder in der chronologiſchen

Reihenfolge aller dieser Erscheinungen treten zuletzt nur die Emanationen der Kohlensäure auf. Der Wasserstoff-Gehalt ist bisher in den vulkanischen Gasen fast gänzlich übersehen worden. Er ist vorhanden in der Dampfquelle der großen Solfatare von Krisuvik und Reykjalidh auf Island: und zwar an beiden Orten mit Schwefel-Wasserstoff verbunden. Da sich der letztere in Contact mit schwefliger Säure gegenseitig mit dieser unter Abscheidung von Schwefel zersetzt, so können beide niemals zugleich auftreten. Sie finden sich aber nicht selten auf einem und demselben Fumarolen-Felde dicht neben einander. War das Schwefel-Wasserstoff-Gas in den eben genannten isländischen Solfataren so unverkennbar, so fehlte es dagegen gänzlich in dem Solfataren-Zustand, in welchem sich der Krater des Hekla kurz nach der Eruption vom Jahre 1845 befand: also in der ersten Phase der vulkanischen Nachwirkungen. Es ließ sich daselbst weder durch den Geruch noch durch Reagentien die geringste Spur von Schwefel-Wasserstoff nachweisen, während die reichliche Schwefel-Sublimation die Gegenwart der schwefligen Säure schon in weiter Entfernung durch den Geruch unzweifelhaft zu erkennen gab. Zwar zeigten sich über den Fumarolen bei Annäherung einer brennenden Cigarre jene dicken Rauchwolken, welche Melloni und Piria (Comptes rendus T. XI. 1840 p. 352 und Poggendorff's Annalen, Ergänzungsband 1842 S. 511) als ein Kennzeichen der geringsten Spuren von Schwefel-Wasserstoff nachgewiesen haben. Da man sich aber leicht durch Versuche überzeugen kann, daß auch Schwefel für sich, wenn er mit Wasserdämpfen sublimirt wird, dasselbe Phänomen hervorbringt; so bleibt es zweifelhaft, ob auch nur eine Spur von Schwefel-Wasserstoff die Krater-Emanationen am Hekla 1845 und am Vesuv 1843 begleitet habe. (Vergl. die treffliche, in geologischer Hinsicht so wichtige Abhandlung von Robert Bunsen über die Prozesse der vulkanischen Gesteinsbildungen Islands in Poggend. Ann. Bd. 83. 1851 S. 241, 244, 246, 248, 250, 254 und 256: als Erweiterung und Berichtigung der Abhandlungen von 1847 in Wöhler's und Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 62. S. 19.) Daß die Emanationen der Solfatare von Pozzuoli nicht Schwefel-Wasserstoff seien und daß sich nicht aus diesem durch Contact mit der Atmosphäre ein Schwefel absetze, wie Breislak in seiner Schrift (Essai minéralogique sur la soufrière de Pozzuoli 1792

p. 128—130) behauptet hatte; bemerkte ſchon Gay-Luſſac, als zur Zeit des großen Lava-Ausbruchs im Jahr 1805 ich mit ihm die phlegräiſchen Felder beſuchte. Sehr beſtimmt läugnet auch der ſcharfſinnige Arcangelo Scacchi (Memorie geologiche sulla Campania 1849 p. 49—121) die Exiſtenz des Schwefel-Waſſerſtoffs, weil ihm Piria's Prüfungsmittel nur die Anweſenheit des Waſſerdampfs zu erweiſen ſchienen: Son di avviso che lo solfo emane mescolato a i vapori acquei senza essere in chimica combinazione con altre sostanze. Eine wirkliche und von mir ſo lange erwartete Analyſe der Gas-Arten, welche die Solfatare von Pozzuoli ausſtößt, iſt erſt ganz neuerlich von Charles Sainte-Claire Deville und Leblanc geliefert worden, und hat die Abweſenheit des Schwefel-Waſſerſtoffs vollkommen beſtätigt (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XLIII. 1856 p. 746). Dagegen bemerkte Sartorius von Waltershauſen (phyſiſch-geographiſche Skizze von Island 1847 S. 120) an Eruptions-Kegeln des Aetna 1811 den ſtarken Geruch von Schwefel-Waſſerſtoff, wo man in anderen Jahren nur ſchweflige Säure verſpürte. Ch. Deville hat auch nicht bei Girgenti und in den Macalube, ſondern an dem öſtlichen Abhange des Aetna, in der Quelle von Santa Venerina, einen kleinen Antheil von Schwefel-Waſſerſtoff gefunden. Auffallend iſt es, daß in der wichtigen Reihe chemiſcher Analyſen, welche Bouſſingault an Gas aushauchenden Vulkanen der Andeskette (von Puracé und Tolima bis zu den Hochebenen von los Pastos und Quito) gemacht hat, ſowohl Salzſäure als hydrogène sulfureux fehlen.

[32] (S. 447.) Die älteren Arbeiten geben für noch entzündete Vulkane folgende Zahlen: bei Werner 193, bei Cäſar von Leonhard 187, bei Arago 175 (Astronomie populaire T. III. p. 170): Variationen in Vergleich mit meinem Reſultate alle in minus oſcillirend in der unteren Grenze in Unterſchieden von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4,5}$, worauf Verſchiedenheit der Grundſätze in der Beurtheilung der noch beſtehenden Entzündung und Mangelhaftigkeit des eingeſammelten Materials gleichmäßig einwirken. Da, wie ſchon oben bemerkt iſt und hiſtoriſche Erfahrungen lehren, nach ſehr langen Perioden für ausgebrannt gehaltene Vulkane wieder thätig werden; ſo iſt das Reſultat, welches ich aufſtelle, eher für zu niedrig als für zu hoch zu erachten. Leopold von Buch in dem Anhange zu ſeiner meiſterhaften Beſchreibung der canariſchen Inſeln und Landgrebe in ſeiner

Geographie der Vulkane haben kein allgemeines Zahlen-Resultat zu geben gewagt.

[33] (S. 448.) Dieſe Beſchreibung iſt alſo ganz im Gegenſatz der oft wiederholten Abbildung des Veſuvs nach Strabo in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XXXVII. S. 190 Tafel I. Erſt ein ſehr ſpäter Schriftſteller, Dio Caſſius, unter Septimius Severus, ſpricht nicht (wie oft behauptet worden iſt) von Entſtehung mehrerer Gipfel, ſondern bemüht ſich zu erweiſen, wie in dem Lauf der Zeiten die Gipfelform ſich umgeändert hat. Er erinnert daran (alſo ganz zur Beſtätigung des Strabo), daß der Berg ehemals einen überall ebenen Gipfel hatte. Seine Worte (lib. LXVI cap. 21, ed. Sturz Vol. IV. 1824 p. 240) lauten alſo: „Denn der Veſuv iſt am Meere bei Neapel gelegen und hat reichliche Feuerquellen. Der ganze Berg war ehemals gleich hoch, und aus ſeiner Mitte erhob ſich das Feuer: denn an dieſer Stelle iſt er allein in Brand. Das ganze Aeußere deſſelben iſt aber noch bis auf unſere Zeiten feuerlos. Da nun das Aeußere ſtets ohne Brand iſt, das Mittlere aber ausgetrocknet (erhitzt) und in Aſche verwandelt wird, ſo haben die Spitzen umher bis jetzt die alte Höhe. Der ganze feurige Theil aber, durch die Länge der Zeit aufgezehrt, iſt durch Senkung hohl geworden, ſo daß der ganze Berg (um Kleines mit Großem zu vergleichen) einem Amphitheater ähnlich iſt.“ (Vergl. Sturz Vol. VI. Annot. II. p. 568.) Dies iſt eine deutliche Beſchreibung derjenigen Bergmaſſen, welche ſeit dem Jahre 79 Kraterränder geworden ſind. Die Deutung auf das Atrio del Cavallo ſcheint mir unrichtig. — Nach der großen, vortrefflichen, hypſometriſchen Arbeit des ſo thätigen und ausgezeichneten Olmützer Aſtronomen Julius Schmidt vom Jahr 1855 hat die Punta Nasone der Somma 590 Toiſen, das Atrio del Cavallo am Fuß der Punta Nasone 417', Punta oder Rocca del Palo (der höchſte nördliche Kraterrand des Veſuvs, S. 112—116) 624'. Meine barometriſchen Meſſungen von 1822 gaben (Anſichten der Natur Bd. II. S. 290—292) für dieſelben drei Punkte die Höhen 586, 403 und 629' (Unterſchiede von 24, 84 und 30 Fuß). Der Boden des Atrio del Cavallo hat nach Julius Schmidt (Eruption des Veſuvs im Mai 1855 S. 95) ſeit dem Ausbruche im Februar 1850 große Niveau-Veränderungen erlitten.

[34] (S. 448.) Vellejus Paterculus, der unter Tiberius ſtarb, nennt (II, 30) allerdings den Veſuv als den Berg, welchen

Spartacus mit ſeinen Gladiatoren beſetzte: während bei Plutarch in der Biographie des Craſſus cap. 11 bloß von einer felſigen Gegend die Rede iſt, die einen einzigen ſchmalen Zugang hatte. Der Sklavenkrieg des Spartacus war im Jahr 681 der Stadt Rom, alſo 152 Jahre vor dem Plinianiſchen Ausbruch des Veſuvs (24 Auguſt 79 n. Chr.). Daß Florus, ein Schriftſteller, der unter Trajan lebte und alſo, den eben bezeichneten Ausbruch kennend, wußte, was der Berg in ſeinem Inneren verbirgt, denſelben cavus nennt; kann, wie ſchon von Anderen bemerkt worden iſt, für die frühere Geſtaltung nichts erweiſen. (Florus lib. I cap. 16: Vesuvius mons, Aetnaei ignis imitator; lib. III cap. 20: fauces cavi montis.)

[35] (S. 449.) Vitruvius hat auf jeden Fall früher als der ältere Plinius geſchrieben: nicht bloß weil er in dem, von dem engliſchen Ueberſetzer Newton mit Unrecht angegriffenen, Plinianiſchen Quellen-Regiſter dreimal (lib. XVI, XXXV und XXXVI) citirt iſt; ſondern weil eine Stelle im Buch XXXV cap. 14 § 170—172, wie Sillig (Vol. V. 1851 p. 277) und Brunn (Diss. de auctorum indicibus Plinianis, Bonnae 1856, p. 55—60) beſtimmt erwieſen haben, aus unſerem Vitruvius von Plinius ſelbſt excerpirt worden iſt. Vergl. auch Sillig's Ausgabe des Plinius Vol. V. p. 272. Hirt in ſeiner Schrift über das Pantheon ſetzt die Abfaſſung der Architectur des Vitruvius zwiſchen die Jahre 16 und 14 vor unſerer Zeitrechnung.

[36] (S. 449.) Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 175—180.

[37] (S. 449.) Carmine Lippi: Fu il fuoco o l'acqua che sotterrò Pompei ed Ercolano? (1816) p. 10.

[38] (S. 449.) Scacchi, Osservazioni critiche sulla maniera come fu seppellita l'Antica Pompei 1843 p. 8—10.

[39] (S. 451.) Sir James Roß, Voyage to the Antarctic Regions Vol. I. p. 217, 220 und 364.

[40] (S. 452.) Gay-Luſſac, réflexions sur les Volcans, in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. 1823 p. 427; Kosmos Bd. IV. S. 218; Arago, Oeuvres complètes T. III. p. 47.

[41] (S. 453.) Auf Timana reducirt, liegt der Volcan de la Fragua ohngefähr lat. bor. 1° 48′, long. 77° 50′. Vergl. in dem großen Atlas meiner Reiſe die Carte hypsométrique des noeuds

de montagnes dans les Cordillères 1831 Pl. 5 wie auch Pl. 22 und 24. Dieſer ſo öſtlich und iſolirt liegende Berg verdient von einem Geognoſten, der aſtronomiſche Ortsbeſtimmungen zu machen fähig iſt, aufgeſucht zu werden.

[42] (S. 454.) In den drei Gruppen, welche nach alter geographiſcher Nomenclatur zur Auvergne, zum Vivarais und zum Velay gehören, ſind in den Angaben des Textes immer die Abſtände des nördlichſten Theiles jeglicher Gruppe vom mittelländiſchen Meere (zwiſchen dem Golfe d'Aigues mortes und Cette) genommen. In der erſten Gruppe, der des Puy de Dôme, wird als der nördlichſte Punkt angegeben (Rozet in den Mém. de la Soc. géol. de France T. I. 1844 p. 119) ein im Granit bei Manzat ausgebrochener Krater, le Gour de Tazena. Noch ſüdlicher als die Gruppe des Cantal und alſo dem Littoral am nächſten, in einer Meer-Entfernung von kaum 18 geogr. Meilen, liegt der kleine vulkaniſche Bezirk von la Guiolle bei den Monts d'Aubrac, nordweſtlich von Chirac. Vergl. die Carte géologique de France 1841.

[43] (S. 454.) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 7—61, 216 und 335—364; Kosmos Bd. I. S. 254. Den Alpenſee Iſſikul am nördlichen Abhange des Thian-ſchan, zu dem erſt vor kurzem ruſſiſche Reiſende gelangt ſind, habe ich ſchon auf der berühmten catalaniſchen Karte von 1374 aufgefunden, welche unter den Manuſcripten der Pariſer Bibliothek als ein Kleinod bewahrt wird. Strahlenberg in ſeinem Werke, betitelt der nördliche und öſtliche Theil von Europa und Aſien (Stockholm 1730 S. 327), hat das Verdienſt den Thian-ſchan als eine eigene unabhängige Kette zuerſt abgebildet zu haben, ohne die vulkaniſche Thätigkeit in derſelben zu kennen. Er giebt ihm den ſehr unbeſtimmten Namen Mouſart: der, weil der Bolor mit dem allgemeinen, nichts individualiſirenden, nur Schnee andeutenden Namen Muſtag belegt wurde, noch ein Jahrhundert lang zu einer irrigen Darſtellung und albernen, ſprachwidrigen Nomenclatur der Gebirgsreihen nördlich vom Himalaya Anlaß gegeben hat, Meridian- und Parallel-Ketten mit einander verwechſelnd. Mouſart iſt eine Verſtümmlung des tatariſchen Wortes Muztag: gleichbedeutend mit unſerer Bezeichnung Schneekette, Sierra Nevada der Spanier; Himalaya in den Geſetzen des Manu: Wohnſitz (âlaya) des Schnees (hima); der Siue-ſchan der Chineſen. Schon 1100 Jahre vor

Strahlenberg, unter der Dynaſtie der Sui, zu des Frankenkönigs Dagobert's Zeiten, beſaßen die Chineſen, auf Befehl der Regierung conſtruirt, Karten der Länder vom Gelben Fluſſe bis zum caſpiſchen Meere, auf welchen der Kuen-lün und der Thian-ſchan abgebildet waren. Dieſe beiden Ketten, beſonders die erſtere, ſind es ohnſtreitig geweſen, die, wie ich an einem anderen Orte glaube erwieſen zu haben (Asie centr. T. I. p. 118—129, 194—203 und T. II. p. 413—425), als der Heerzug des Macedoniers die Hellenen in nähere Bekanntſchaft mit dem Inneren von Aſien ſetzte, die Kenntniß von einem Berggürtel unter ihren Geographen verbreiteten, welche, den ganzen Continent in zwei Hälften theilend, ſich von Kleinaſien bis an das öſtliche Meer, von Indien und Scythien bis Thinä, erſtreckte (Strabo lib. I pag. 68, lib. XI p. 490). Dicäarchus und nach ihm Eratoſthenes belegten dieſe Kette mit dem Namen des verlängerten Taurus. Die Himalaya-Kette wird mit unter dieſe Benennung begriffen. „Was Indien gegen Norden begrenzt", ſagt ausdrücklich Strabo (lib. XV pag. 689), „von Ariane bis zum öſtlichen Meere, ſind die äußerſten Theile des Taurus, welche die Eingeborenen einzeln Paropamiſos, Emodon, Imaon und noch anders benamen; der Macedonier aber Caucaſus." Früher, in der Beſchreibung von Bactriana und Sogdiana (lib. XI pag. 519), heißt es: „des Taurus letzter Theil, welcher Imaon genannt wird, berührt das indiſche (öſtliche?) Meer." Auf eine einig geglaubte, weſt-öſtliche, d. h. Parallelkette, bezogen ſich die Namen dieſſeits und jenſeits des Taurus. Dieſe kannte Strabo, indem er ſagt: „die Hellenen nennen die gegen Norden neigende Hälfte des Welttheils Aſia dieſſeits des Taurus, die gegen Süden jenſeits" (lib. II p. 129). Zu den ſpäteren Zeiten des Ptolemäus aber, wo der Handel überhaupt und insbeſondere der Seidenhandel Lebhaftigkeit gewann, wurde die Benennung Imaus auf eine Meridiankette, auf den Bolor, übertragen: wie viele Stellen des 6ten Buches bezeugen (Asie centr. T. I. p. 146—162). Die Linie, in welcher dem Aequator parallel das Taurus-Gebirge nach helleniſchen Anſichten den ganzen Welttheil durchſchneidet, wurde zuerſt von Dicäarchus, dem Schüler des Stagiriten, ein Diaphragma (eine Scheidewand) genannt, weil durch ſenkrechte Linien, auf daſſelbe gerichtet, die geographiſche Breite anderer Punkte gemeſſen werden konnte. Das Diaphragma war der Parallel von Rhodos, verlängert gegen Weſten

bis zu den Säulen des Hercules, gegen Osten bis zum Littoral von Thinä (Agathemeros in Hudson's Geogr. gr. min. Vol. II. p. 4). Der Theiler des Dicäarchus, gleich interessant in geognostischer als in orographischer Hinsicht, ging in das Werk des Eratosthenes über: wo er desselben im 3ten Buche seiner Erdbeschreibung, zur Erläuterung seiner Tafel der bewohnten Welt, erwähnt. Strabo legt solche Wichtigkeit auf diese Richtungs- und Scheidelinie des Eratosthenes, daß er (lib. I p. 65) „auf ihrer östlichen Verlängerung, welche bei Thinä durch das atlantische Meer gezogen wird, die Lage einer anderen bewohnten Welt, wohl auch mehrerer Welten", für möglich hält: doch ohne eigentlich solche zu prophezeien. Das Wort atlantisches Meer kann auffallend scheinen, statt östliches Meer, wie gewöhnlich die Südsee (das Stille Meer) genannt wird; aber da unser indisches Meer südlich von Bengalen bei Strabo die atlantische Südsee heißt, so werden im Südosten von Indien beide Meere als zusammenfließend gedacht, und mehrmals verwechselt. So heißt es lib. II p. 130: „Indien, das größte und gesegnetste Land, welches am östlichen Meer und an der atlantischen Südsee endet"; und lib. XV p. 689: „die südliche und östliche Seite Indiens, welche viel größer als die andere Seite sind, laufen ins atlantische Meer vor": in welcher Stelle, wie in der oben angeführten von Thinä (lib. I p. 65), der Ausdruck östliches Meer sogar vermieden ist. Ununterbrochen seit dem Jahre 1792 mit dem Streichen und Fallen der Gebirgsschichten und ihrer Beziehung auf die Richtung (Orientirung) der Gebirgszüge beschäftigt, habe ich geglaubt darauf aufmerksam machen zu müssen, daß im Mittel der Aequatorial-Abstand des Kuen-lün, in seiner ganzen Erstreckung wie in seiner westlichen Verlängerung durch den Hindu-Kho, auf das Becken des Mittelmeers und die Straße von Gibraltar hinweist (Asie centr. T. I. p. 118—127 und T. II. p. 115—118); und daß die Senkung des Meeresbodens in einem großen, vorzüglich am nördlichen Rande vulkanischen Becken wohl mit jener Erhebung und Faltung zusammenhangen könne. Mein theurer, vieljähriger und aller geologischen Richtungs-Verhältnisse so tief kundiger Freund, Elie de Beaumont, ist aus Gründen des Lorodromismus diesen Ansichten entgegen (notice sur les Systèmes de Montagnes 1852 T. II. p. 667).

" (S. 455.) Kosmos Bd. IV. S. 382.

[45] (S. 455.) Vergl. Arago sur la cause de la dépression d'une grande partie de l'Asie et sur le phénomène que les pentes les plus rapides des chaînes de montagnes sont (généralement) tournées vers la mer la plus voisine, in seiner Astronomie populaire T. III. p. 1266—1274.

[46] (S. 456.) Klaproth, Asia polyglotta p. 232 und Mémoires relatifs à l'Asie (nach der auf Befehl des Kaisers Kanghi 1711 publicirten chinesischen Encyclopädie) T. II. p. 342; Humboldt, Asie centrale T. II. p. 125 und 135—143.

[47] (S. 456.) Pallas, Zoographia Rosso-Asiatica 1811 p. 115.

[48] (S. 457.) Statt der meernäheren Himalaya-Kette (einige Theile derselben zwischen den Colossen Kuntschindjinga und Schamalari nähern sich dem Littoral des bengalischen Meerbusens bis auf 107 und 94 geogr. Meilen) ist die vulkanische Thätigkeit erst in der dritten, inneren Parallelkette, dem Thian-schan, von dem eben genannten Littoral in fast viermal größerer Entfernung ausgebrochen unter sehr speciellen Verhältnissen, Schichten verwerfenden und Klüfte erregenden nahen Bodensenkungen. Aus dem, von mir angeregten und freundschaftlich von Herrn Stanislas Julien fortgesetzten Studium geographischer Werke der Chinesen wissen wir, daß auch der Kuen-lün, das nördliche Grenzgebirge von Tibet, der Tsi-schi-schan der Mongolen, in dem Hügel Schin-khieu eine ununterbrochen Flammen ausstoßende Höhle besitzt (Asie centrale T. II. p. 427—467 und 483). Das Phänomen scheint ganz analog zu sein der mehrere tausend Jahre schon brennenden Chimära in Lycien (Kosmos Bd. IV. S. 296 und Anm. 51); es ist kein Vulkan, sondern ein weithin Wohlgeruch verbreitender (naphtha-haltiger?) Feuerbrunnen. Der Kuen-lün, welchen, ganz wie ich in der Asie centrale (T. I. p. 127 und T. II. p. 431), Dr. Thomas Thomson, der gelehrte Botaniker des westlichen Tibets, (Flora Indica 1855 p. 253) für eine Fortsetzung des Hindu-Kho erklärt, an welchen von Südost her sich die Himalaya-Kette anschart; nähert sich dieser Kette an ihrer westlichen Extremität dermaßen, daß mein vortrefflicher Freund, Adolph Schlagintweit, „den Kuen-lün und Himalaya dort an der Westseite des Indus nicht als getrennte Ketten, sondern als Eine Bergmasse bezeichnen will" (Report No. IX of the Magnetic Survey in India by Ad. Schlagintweit 1856

p. 61). Aber in der ganzen Erſtreckung nach Oſten bis 90° öſtl. Länge, gegen den Sternen-See hin, bildet der Kuen-lün, wie ſchon im 7ten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung, unter der Dynaſtie der Sui entworfene, umſtändliche Beſchreibungen lehren (Klaproth, Tableaux historiques de l'Asie p. 204), eine vom Himalaya um $7\frac{1}{2}$ Breitengrade Unterſchieds unabhängig fortlaufende, weſt-öſtliche Parallelkette. Den Brüdern Hermann und Robert Schlagintweit iſt zuerſt die Kühnheit geglückt von Ladak aus die Kuen-lün-Kette zu überſchreiten und in das Gebiet von Khotan zu gelangen: in den Monaten Juli und September 1856. Nach ihren immer ſo ſorgfältigen Beobachtungen iſt an der nördlichen Grenze von Tibet die höchſte waſſerſcheidende Bergkette die, auf welcher der Karakorum-Paß (17170 Par. Fuß), von SO nach NW ſtreichend, alſo dem ſüdlich gegenüberſtehenden Theile des Himalaya (im Weſten vom Dhawalagiri) parallel, ſich befindet. Die Flüſſe von Yarkand und Karakaſch, welche das große Waſſerſyſtem des Tarim und Sees Lop theilweiſe bilden, haben ihren Urſprung an dem nordöſtlichen Abhange der Karakorum-Kette. Von dieſem Quellgebiete gelangten ſie über Kiſſilkorum und die heißen Quellen (49° C.) an dem kleinen Alpenſee Kiuk-kiul an die, oſt-weſtlich ſtreichende Kette des Kuen-lün. (Report No. VIII, Agra 1857, p. 6.)

[49] (S. 458.) Kosmos Bd. I. S. 27, 48, 181; Bd. IV. S. 34—47, 164—169 und 369 mit Anm. 39 und 40.

[50] (S. 458.) Arago (Astron. populaire T. III. p. 248) nimmt faſt dieſelbe Dicke der Erdkruſte: 40000 Meter, ohngefähr $5\frac{1}{2}$ Meile, an; Elie de Beaumont (Systèmes de Montagnes T. III. p. 1237) vermehrt die Dicke um $\frac{1}{4}$. Die älteſte Angabe iſt die von Cordier, im mittleren Werth 14 geogr. Meilen: eine Zahl, welche aber in der mathematiſchen Theorie der Stabilität von Hopkins noch 14mal zu vergrößern wäre, und zwiſchen 172 und 215 geogr. Meilen fallen würde. Ich ſtimme aus geologiſchen Gründen ganz den Zweifeln bei, welche Naumann in ſeinem vortrefflichen Lehrbuche der Geognoſie Bd. I. S. 62—64, 73—76 und 289 gegen dieſe ungeheure Entfernung des flüſſigen Inneren von den Kratern der thätigen Vulkane erhoben hat.

[51] (S. 459.) Von der Art, wie in der Natur durch ſehr kleine, allmälige Anhäufung erkennbare Miſchungs-Veränderungen entſtehen, giebt die von Malaguti entdeckte, durch Field beſtätigte Gegenwart

von Silber im Meerwaſſer ein merkwürdiges Beiſpiel. Trotz der ungeheuren Größe des Oceans und der ſo geringen Oberfläche, welche die den Ocean befahrenden Schiffe darbieten, iſt doch in neueſter Zeit die Silberſpur im Seewaſſer an dem Kupferbeſchlag der Schiffe bemerkbar geworden.

[52] (S. 459.) Bunſen über die chemiſchen Prozeſſe der vulkaniſchen Geſteinsbildungen in Poggend. Annalen Bd. 83. S. 242 und 246.

[53] (S. 459.) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XLIII. 1856 p. 366 und 689. Die erſte genaue Analyſe von dem Gas, welches mit Geräuſch aus der großen Solfatare von Pozzuoli ausbricht und von Herrn Ch. Sainte-Claire Deville mit vieler Schwierigkeit geſammelt wurde, gab an ſchwefliger Säure (acide sulfureux) 24,5; an Sauerſtoff 14,5 und an Stickſtoff 61,4.

[54] (S. 459.) Kosmos Bd. IV. S. 255—261.

[55] (S. 460.) Bouſſingault, Économie rurale (1851) T. II. p. 724—726: »La permanence des orages dans le sein de l'atmosphère (sous les tropiques) est un fait capital, parce qu'il se rattache à une des questions les plus importantes de la Physique du Globe, celle de la fixation de l'azote de l'air dans les êtres organisés. Toutes les fois qu'une série d'étincelles électriques passe dans l'air humide, il y a production et combinaison d'acide nitrique et d'ammoniaque. Le nitrate d'ammoniaque accompagne constamment l'eau des pluies d'orage, et comme fixe par sa nature, il ne saurait se maintenir à l'état de vapeur; on signale dans l'air du carbonate ammoniacal, et l'ammoniaque du nitrate est amenée sur la terre par la pluie. Ainsi, en définitive, ce serait une action électrique, la foudre, qui disposerait le gaz azote de l'atmosphère à s'assimiler aux êtres organisés. Dans la zone équinoxiale pendant l'année entière, tous les jours, probablement même à tous les instans, il se fait dans l'air une continuité de décharges électriques. Un observateur placé à l'équateur, s'il était doué d'organes assez sensibles, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre.« Salmiak wird aber auch ſo wie Kochſalz als Sublimations-Product der Vulkane von Zeit zu Zeit auf den Lavaſtrömen ſelbſt gefunden: am Hekla, Veſuv und Aetna; in der Vulkan-Kette von Guatemala (Vulkan von Izalco), und vor allem in Aſien in der vulkaniſchen Kette des Thian-ſchan. Die Bewohner

der Gegend zwiſchen Kutſche, Turfan und Hami bezahlen in gewiſſen Jahren ihren Tribut an den Kaiſer von China in Salmiak (chineſiſch: nao-scha, perſiſch nuschaden): welcher ein wichtiger Gegenſtand des auswärtigen Handels iſt (Asie centrale T. II. p. 33, 38, 45 und 428).

[56] (S. 460.) Viajes de Boussingault (1849) p. 78.

[57] (S. 460.) Kosmos Bd. I. S. 295 und 469.

[58] (S. 461.) Rozet, Mémoire sur les Volcans d'Auvergne in den Mémoires de la Soc. géol. de France, 2ème Série T. I. 1844 p. 64 und 120—130: »Les basaltes (comme les trachytes) ont percé le gneis, le granite, le terrain houiller, le terrain tertiaire et les plus anciens dépôts diluviens. On voit même les basaltes recouvrir souvent des masses de caillous roulés basaltiques; ils sont sortis par une infinité d'ouvertures dont plusieurs sont encore parfaitement (?) reconnaissables. Beaucoup présentent des cônes de scories plus ou moins considérables, mais on n'y trouve jamais des cratères semblables à ceux qui ont donné des coulées de laves . . . .«

[59] (S. 461.) Gleich den granitartigen Stücken, eingehüllt im Trachyt vom Jorullo, Kosmos Bd. IV. S. 345.

[60] (S. 462.) Auch in der Eifel, nach dem wichtigen Zeugniß des Berghauptmanns von Dechen (Kosmos Bd. IV. S. 281).

[61] (S. 462.) Kosmos Bd. IV. S. 357. Der Rio de Guaillabamba fließt in den Rio de las Esmeraldas. Das Dorf Guaillabamba, bei welchem ich die iſolirten, olivinhaltigen Baſalte fand, hat nur 6482 Fuß Meereshöhe. In dem Thale herrſcht eine unerträgliche Hitze, die aber noch größer iſt im Valle de Chota, zwiſchen Tuſa und der Villa de Ibarra, deſſen Sohle bis 4962 Fuß herabſinkt und das, mehr eine Kluft als ein Thal, bei kaum 9000 Fuß Breite über 4500 Fuß tief iſt. (Humboldt, Rec. d'Observ. astronomiques Vol. I. p. 307.) Der Trümmer-Ausbruch Volcan de Ansango an dem Abfall des Antiſana gehört keineswegs zur Baſalt-Formation, er iſt ein baſaltähnlicher Oligoklas-Trachyt. (Vergl. über räumlichen Abſtand, antagonisme des basaltes et des trachytes, mein Essai géognostique sur le gisement des Roches 1823 p. 348 und 359, und im allgemeinen p. 327—336.)

[62] (S. 464.) Sébastien Wisse, exploration du Volcan de Sangay in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences

t. XXXVI. (1853) p. 721; vergl. auch Kosmos Bd. IV. S. 292 Anm. 40 und S. 301—303. Nach Bouſſingault haben die von Wiſſe mitgebrachten ausgeworfenen Trachytſtücke, am oberen Abfall des Kegels geſammelt (der Reiſende gelangte bis in eine Höhe von 900 Fuß unter dem Gipfel, welcher ſelbſt 456 Fuß Durchmeſſer hat), eine ſchwarze, pechſteinartige Grundmaſſe mit eingewachſenen Kryſtallen von glaſigem (?) Feldſpath. Eine ſehr merkwürdige, in Vulkan-Auswürfen bisher wohl einzige Erſcheinung iſt, daß mit dieſen großen, ſchwarzen Trachytſtücken zugleich kleine Stücke ſcharfkantigen reinen Quarzes ausgeſtoßen werden. Dieſe Fragmente haben (nach einem Briefe meines Freundes Bouſſingault vom Januar 1851) nicht mehr als 4 Cubik-Centimeter Volum. In der Trachytmaſſe ſelbſt iſt kein eingeſprengter Quarz zu finden. Alle vulkaniſchen Trachyte, welche ich in den Cordilleren von Südamerika und Mexico unterſucht habe: ja ſelbſt die trachytartigen Porphyre, in denen die reichen Silbergänge von Real del Monte, Moran und Regla, nördlich vom Hochthal von Mexico, aufſetzen; ſind völlig quarzfrei. Trotz dieſes ſcheinbaren Antagonismus von Quarz und Trachyt in entzündeten Vulkanen, bin ich keineswegs geneigt den vulkaniſchen Urſprung der trachytes et porphyres meulières (Mühlſteins-Trachyte), auf welche Beudant zuerſt recht aufmerkſam gemacht hat, zu läugnen. Die Art aber, wie dieſe auf Spalten ausgebrochen ſind, iſt, ihrer Entſtehung nach, gewiß ganz verſchieden von der Bildung der kegel- und domartigen Trachyt-Gerüſte.

[63] (S. 465.) Kosmos Bd. IV. S. 276—280.

[64] (S. 465.) Das Vollſtändigſte, was wir, auf wirkliche Meſſungen der Höhenverhältniſſe, Neigungswinkel und Profil-Anſichten gegründet, von irgend einer vulkaniſchen Gegend beſitzen, iſt die ſchöne Arbeit des Olmützer Aſtronomen Julius Schmidt über den Veſuv, die Solfatara, Monte nuovo, die Astroni, Rocca Monfina und die alten Vulkane des Kirchenſtaats (im Albaner Gebirge, Lago Bracciano und Lago di Bolsena); ſ. deſſen hypſometriſches Werk: die Eruption des Veſuvs im Mai 1855, nebſt Atlas Tafel III, IV und IX.

[65] (S. 465.) Bei der fortſchreitenden Vervollkommnung unſerer Kenntniſſe von der Geſtaltung der Oberfläche des Mondes von Tobias Mayer an bis Lohrmann, Mädler und Julius Schmidt iſt im ganzen der Glaube an die großen Analogien zwiſchen den vulkaniſchen

Gerüſten der Erde und des Mondes eher vermindert als vermehrt worden: nicht ſowohl wegen der Dimenſions-Verhältniſſe und früh erkannten Anreihung ſo vieler Ringgebirgs-Formen als wegen der Natur der Rillen und der nicht ſchattenwerfenden Strahlen-Syſteme (Licht-Radiationen) von mehr als hundert Meilen Länge und $\frac{1}{9}$ bis 4 Meilen Breite: wie am Tycho, Copernicus, Kepler und Ariſtarch. Auffallend iſt es immer, daß ſchon Galilei, in ſeinem Briefe an den Pater Chriſtoph Grienberger sulle Montuosità della Luna, Ringgebirge, deren Durchmeſſer er für größer hielt, als ſie ſind, glaubte mit dem umwallten Böhmen vergleichen zu dürfen; und daß der ſcharfſinnige Robert Hooke in ſeiner Micrographie den auf dem Mond faſt überall herrſchenden Typus kreisförmiger Geſtaltung ſchon der Reaction des Inneren des Mondkörpers auf das Aeußere zuſchrieb (Kosmos Bd. II. S. 508 und Bd. III. S. 508 und 544). Bei den Ringgebirgen des Mondes haben in den neueren Zeiten das Verhältniß der Höhe der Centralberge zu der Höhe der Umwallung oder der Kraterränder, wie die Exiſtenz paraſitiſcher Krater auf der Umwallung ſelbſt mich lebhaft intereſſirt. Das Ergebniß aller ſorgfältigen Beobachtungen von Julius Schmidt, welcher mit der Fortſetzung und Vollendung der Mond-Topographie von Lohrmann beſchäftigt iſt, ſetzt feſt: „daß kein einziger Centralberg die Wallhöhe ſeines Kraters erreicht, ſondern daß derſelbe mit ſeinem Gipfel wahrſcheinlich in allen Fällen noch bedeutend unter derjenigen Oberfläche des Mondes liegt, aus welcher der Krater ausgebrochen iſt. Während der Schlackenkegel im Krater des Veſuvs, der am 22 October 1822 aufgeſtiegen iſt, nach Brioſchi's trigonometriſcher Meſſung die Punta del Palo, den höchſten nördlichen Kraterrand (von 618 Toiſen über dem Meere), um 28 Fuß überragt und in Neapel ſichtbar war; liegen auf dem Monde viele von Mädler und dem Olmützer Aſtronomen gemeſſene Centralberge volle 1000 Toiſen tiefer als der mittlere Umwallungsrand: ja 100 Toiſen unter dem, was man in derſelben Mondgegend für das nähere mittlere Niveau halten kann (Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 272 und 274, und Julius Schmidt: der Mond 1856 S. 62). Gewöhnlich ſind die Centralberge oder Central-Maſſengebirge des Mondes vielgipflig: wie im Theophilus, Petavius und Bulliald. Im Copernicus liegen 6 Centralberge, und einen eigentlichen centralen Pic mit ſcharfer Spitze zeigt allein der Alphons. Dies Verhältniß

erinnert an die Astroni in den phlegräiſchen Feldern, auf deren domförmige Centralmaſſen Leopold von Buch mit Recht viel Wichtigkeit legte. „Dieſe Maſſen brachen nicht auf (ſo wenig als die im Centrum der Mond-Ringgebirge); es entſtand keine dauernde Verbindung mit dem Inneren, kein Vulkan: ſondern vielmehr gleichſam ein Modell der großen, ſo vielfältig über die Erdrinde verbreiteten, trachytiſchen, nicht geöffneten Dome, des Puy de Dôme und des Chimborazo“ (Poggendorff's Annalen Bd. 37. 1836 S. 183). Die Umwallung der Astroni hat eine überall geſchloſſene elliptiſche Form, welche nirgend mehr als 130 Toiſen über dem Meeresſpiegel erreicht. Die Gipfel der centralen Kuppen liegen 103 Toiſen tiefer als das Maximum des ſüdweſtlichen Kraterwalles. Die Kuppen bilden zwei unter ſich parallele, mit dichtem Geſträuch bekleidete Rücken (Julius Schmidt, Eruption des Veſuvs S. 147 und der Mond S. 70 und 103). Zu den merkwürdigſten Gegenſtänden der ganzen Mondfläche gehört aber das Ringgebirge Petavius, in welchem der ganze innere Kraterboden convex, blaſen- oder kuppelförmig expandirt, und doch mit einem Centralberge gekrönt iſt. Die Converität iſt hier eine dauernde Form. In unſeren Erd-Vulkanen wird nur bisweilen (temporär) die Bodenfläche des Kraters durch die Kraft unterer Dämpfe faſt bis zur Höhe des Kraterrandes gehoben; aber ſo wie die Dämpfe durchbrechen, ſinkt die Bodenfläche wieder herab. Die größten Durchmeſſer der Krater auf der Erde ſind die Caldeira de Fogo, nach Charles Deville zu 4100 Toiſen (1,08 geogr. Meile); die Caldeira von Palma, nach Leop. von Buch zu 3100 T.: während auf dem Monde Theophilus 50000 T. und Tycho 45000 Toiſen, letztere beiden alſo 13 und 11,3 geographiſche Meilen, im Durchmeſſer haben. Paraſitiſche Neben-Krater, auf einem Randwalle des großen Kraters ausgebrochen, ſind auf dem Monde ſehr häufig. Der Kraterboden dieſer Paraſiten iſt gewöhnlich leer, wie auf dem zerriſſenen großen Rande des Maurolycus; ſeltener iſt ein kleiner Centralberg, vielleicht ein Auswurfs-Kegel, darin zu ſehen: wie in Longomontanus. Auf einer ſchönen Skizze des Aetna-Krater-Syſtems, welches mir mein Freund, der Aſtronom Chriſtian Peters (jetzt in Albany in Nordamerika), aus Flensburg im Auguſt 1854 ſchickte, erkennt man deutlich den paraſitiſchen Rand-Krater (Pozzo di Fuoco genannt), der ſich im Januar 1833 an der Oſt-Süd-Oſt-Seite bildete und bis 1843 mehrere ſtarke Lava-Ausbrüche hatte.

" (S. 466.) Der wenig charakteriſirende, unbeſtimmte Name Trachyt (Rauhſtein), welcher jetzt ſo allgemein dem Geſtein, in dem die Vulkane ausbrechen, gegeben wird, iſt erſt im Jahr 1822 von Hauy in der 2ten Auflage ſeines Traité de Minéralogie Vol. IV. p. 579 einem Geſtein der Auvergne gegeben worden: bloß mit Erwähnung der Ableitung des Namens, und einer kurzen Beſchreibung, in welcher der älteren Benennungen: Granite chauffé en place von Desmarets, Trapp-Porphyre und Domite, gar nicht Erwähnung geſchah. Nur durch mündliche Mittheilung, welche die Vorleſungen Hauy's im Jardin des Plantes veranlaßten, iſt der Name Trachyt ſchon vor 1822, z. B. in Leopolds von Buch im Jahr 1818 erſchienener Abhandlung über baſaltiſche Inſeln und Erhebungscrater, durch Daubuiſſon's Traité de Minéralogie von 1819, durch Beudant's wichtiges Werk, Voyage en Hongrie; verbreitet worden. Aus freundſchaftlichen Briefen, welche ich ganz neuerlich Herrn Elie de Beaumont verdanke, geht hervor, daß die Erinnerungen von Herrn Delaſoſſe, Hauy's früherem Aide Naturaliste, jetzigem Mitgliede des Inſtituts, die Benennung von Trachyt zwiſchen die Jahre 1813 und 1816 ſetzen. Die Publication des Namens Domit durch Leopold von Buch ſcheint nach Ewald in das Jahr 1809 zu fallen. Es wird des Domits zuerſt in dem 3ten Briefe an Karſten (geognoſtiſche Beobachtungen auf Reiſen durch Deutſchland und Italien Bd. II. 1809 S. 244) erwähnt. „Der Porphyr des Puy de Dôme", heißt es dort, „iſt eine eigene, bis jetzt namenloſe Gebirgsart, die aus Feldſpath-Kryſtallen mit Glasglanz, Hornblende und ſchwarzen Glimmerblättchen beſteht. In den Klüften dieſer Gebirgsart, die ich vorläufig Domit nenne, finden ſich ſchöne Druſen, deren Wände mit Kryſtallen von Eiſenglimmer bedeckt ſind. In der ganzen Länge des Puy's wechſeln Kegel aus Domit mit Schlackenkegeln ab." Der 2te Band der Reiſen, welcher die Briefe aus der Auvergne enthält, iſt 1806 gedruckt, aber erſt 1809 ausgegeben worden, ſo daß die Publication des Namens Domit eigentlich in dieſes Jahr gehört. Sonderbar iſt es, daß 4 Jahre ſpäter in Leopolds von Buch Abhandlung über den Trapp-Porphyr des Domits nicht mehr Erwähnung geſchieht. — Wenn ich im Texte der Zeichnung eines Profils der Cordilleren gedenke, welche in meinem Reiſejournal vom Monat Juli 1802 enthalten iſt und vom 4ten Grad nördlicher bis 4° ſüdlicher Breite unter der

Aufſchrift affinité entre le feu volcanique et les porphyres ſich findet; ſo iſt es nur, um zu erinnern, daß dieſes Profil, welches die drei Durchbrüche der Vulkan-Gruppen von Popayan, los Paſtos und Quito, wie auch den Ausbruch der Trapp-Porphyre in dem Granit und Glimmerſchiefer des Paramo de Assuay (auf der großen Straße von Cadlud, in 14568 Fuß Höhe) darſtellt, Leopold von Buch angeregt hat mir nur zu beſtimmt und zu wohlwollend die erſte Anerkenntniß zuzuſchreiben: „daß alle Vulkane der Andeskette in einem Porphyr ihren Sitz haben, der eine eigenthümliche Gebirgsart iſt und den vulkaniſchen Formationen weſentlich zugehört“ (Abhandlungen der Akademie der Wiſſ. zu Berlin aus den Jahren 1812—1813 S. 131, 151 und 153). Am allgemeinſten mag ich allerdings das Phänomen ausgedrückt haben; aber ſchon 1789 hatte Noſe, deſſen Verdienſte lange verkannt worden ſind, in ſeinen orographiſchen Briefen das vulkaniſche Geſtein des Siebengebirges „als eine dem Baſalt und Porphyrſchiefer nahe verwandte, eigene rheiniſche Porphyr-Art“ beſchrieben. Er ſagt: dieſe Formation ſei durch glaſigen Feldſpath, den er Sanidin zu nennen vorſchlägt, beſonders charakteriſirt und gehöre dem Alter ihrer Bildung nach zu den Mittel-Flözgebirgen (Niederrheiniſche Reiſe Th. I. S. 26, 28 und 47; Th. II. S. 428). Daß Noſe, wie Leop. von Buch behauptet, dieſe Porphyr-Formation, die er wenig glücklich Granit-Porphyr nennt, ſogar mit den Baſalten auch für jünger als die neueſten Flözgebirge erkannt habe; finde ich nicht begründet. „Nach den glaſigen Feldſpathen“, ſagt der große, ſo früh uns entriſſene Geognoſt, „ſollte die ganze Gebirgsart benannt ſein (alſo Sanidin-Porphyr), hätte ſie nicht ſchon den Namen Trapp-Porphyr“ (Abh. der Berl. Akad. aus den J. 1812—3 S. 134). Die Geſchichte der ſyſtematiſchen Nomenclatur einer Wiſſenſchaft hat in ſo fern einige Wichtigkeit, als die Reihenfolge der herrſchenden Meinungen ſich darin abſpiegelt.

[67] (S. 467.) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. Vorrede S. III—V.

[68] (S. 467.) Leop. von Buch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. 1836 S. 188 und 190.

[69] (S. 467.) Guſtav Noſe in Gilbert's Annalen Bd. 73. 1823 S. 173 und Annales de Chimie et de Physique T. XXIV. 1823 p. 16. Oligoklas wurde zuerſt von Breithaupt als

neue Mineral-Species aufgestellt (Poggendorff's Annalen Bd. VIII. 1826 S. 238). Später zeigte es sich, daß Oligoklas identisch sei mit einem Mineral, welches Berzelius in einem in Gneiß aufsetzenden Granitgange bei Stockholm beobachtet und wegen der Aehnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung Natron Spodumen genannt hatte (Poggendorff's Ann. Bd. IX. 1827 S. 281).

[70] (S. 468.) S. Gustav Rose über den Granit des Riesengebirges in Poggendorff's Annalen Bd. LVI. 1842 S. 617. Berzelius hatte den Oligoklas, sein Natron Spodumen, nur auf einem Granitgange gefunden; in der eben citirten Abhandlung wurde zuerst das Vorkommen als Gemengtheils des Granits (der Gebirgsart selbst) ausgesprochen. Gustav Rose bestimmte hier den Oligoklas nach seinem specifischen Gewichte, seinem in Vergleich mit Albit größeren Kalk-Gehalte, und seiner größeren Schmelzbarkeit. Dieselbe Menge, mit welcher er das specifische Gewicht zu 2,682 gefunden hatte, wurde von Rammelsberg analysirt (Handwörterbuch der Mineral. Suppl. I. S. 104 und G. Rose über die zur Granitgruppe gehörenden Gebirgsarten in der Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellschaft Bd. I. 1849 S. 364).

[71] (S. 469.) Rozet sur les Volcans de l'Auvergne in den Mém. de la Soc. géologique de France 2ème Série T. I. P. 1. 1844 p. 69.

[72] (S. 469.) Fragmente von Leucitophyr, von mir am Monte nuovo gesammelt, sind von Gustav Rose beschrieben in Fried. Hoffmann's geognostischen Beobachtungen 1830 S. 219. Ueber die Trachyte des Monte di Procida der Insel desselben Namens und der Klippe S. Martino s. Roth, Monographie des Vesuvs 1857 S. 519—522 Tab. VIII. Der Trachyt der Insel Ischia enthält im Arso oder Strom von Cremate (1301) glasigen Feldspath, braunen Glimmer, grünen Augit, Magneteisen und Olivin (S. 528); keinen Leucit.

[73] (S. 469.) Die geognostisch-topographischen Verhältnisse des Siebengebirges bei Bonn sind mit verallgemeinerndem Scharfsinne und großer Genauigkeit entwickelt worden von meinem Freunde, dem Berghauptmann H. von Dechen, im 9ten Jahrgange der Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preuß. Rheinlande und Westphalens 1852 S. 289—567. Alle bisher erschienenen chemischen Analysen der Trachyte des Siebengebirges sind darin

(S. 323—356) zuſammengeſtellt: wobei auch der Trachyte vom Drachenfels und Röttchen gedacht wird, in denen außer den großen Sanidin-Kryſtallen ſich viele kleine kryſtalliniſche Theile in der Grundmaſſe unterſcheiden laſſen. „Dieſe Theile hat Dr. Bothe in dem Mitſcherlich'ſchen Laboratorium durch chemiſche Zerlegung für Oligoklas erkannt, ganz mit dem, von Berzelius aufgeführten Oligoklas von Danvikszoll (bei Stockholm) übereinſtimmend" (Dechen S. 340—346). Die Wolkenburg und der Stenzelberg ſind ohne glaſigen Feldſpath (S. 357 und 363), und gehören nicht zur zweiten Abtheilung, ſondern zur dritten; ſie haben ein Toluca-Geſtein. Viele neue Anſichten enthält der Abſchnitt der geognoſtiſchen Beſchreibung des Siebengebirges, welcher von dem relativen Alter der Trachyt- und Baſalt-Conglomerate handelt (S. 405—461). „Zu den ſeltneren Trachytgängen in den Trachyt-Conglomeraten, welche beweiſen, daß nach der Ablagerung des Conglomerats die Trachytbildung noch fortgedauert hat (S. 413), geſellen ſich häufige Baſaltgänge (S. 416). Die Baſaltbildung reicht beſtimmt bis in eine jüngere Zeit hinein als die Trachytbildung, und die Hauptmaſſe des Baſalts iſt hier jünger als der Trachyt. Dagegen iſt nur ein Theil dieſes Baſalts, nicht aller Baſalt (S. 323), jünger als die große Maſſe des Braunkohlen-Gebirges. Die beiden Bildungen: Baſalt und Braunkohlen-Gebirge greifen im Siebengebirge wie an ſo vielen anderen Orten in einander, und ſind in ihrer Geſammtheit als gleichzeitig zu betrachten." Wo ſehr kleine Quarzkryſtalle als Seltenheit in den Trachyten des Siebengebirges, wie (nach Nöggerath und Biſchof) im Drachenfels und im Rhöndorfer Thale, auftreten, erfüllen ſie Höhlungen und ſcheinen ſpäterer Bildung (S. 361 und 370): vielleicht durch Verwitterung des Sanidins entſtanden. Am Chimborazo habe ich ein einziges Mal ähnliche, aber ſehr dünne Quarz-Ablagerungen an den Wänden der Höhlungen einiger ziegelrother, ſehr poröſer Trachytmaſſen in etwa 16000 Fuß Höhe geſehen (Humboldt, Gisement des Roches 1823 p. 336). Dieſe, in meinem Reiſejournal mehrmals erwähnte Stücke liegen nicht in den Berliner Sammlungen. Auch Verwitterung von Oligoklas oder der ganzen Grundmaſſe des Geſteins kann ſolche Spuren freier Kieſelſäure hergeben. Einige Punkte des Siebengebirges verdienen noch neue und anhaltende Unterſuchung. Der höchſte Gipfel, die Löwenburg, als Baſalt aufgeführt, ſcheint nach der Analyſe von Biſchof

und Kjerulf ein dolerit-artiges Geſtein zu ſein (H. v. Dechen S. 383, 386 und 393). Das Geſtein der Kleinen Roſenau, das man bisweilen Sanidophyr genannt hat, gehört nach G. Roſe zur erſten Abtheilung ſeiner Trachyte, und ſteht manchen Trachyten der Ponza-Inſeln ſehr nahe. Der Trachyt vom Drachenfels, mit großen Kryſtallen von glaſigem Feldſpath, ſoll nach Abich's, leider noch nicht veröffentlichten Beobachtungen am ähnlichſten ſein dem, 8000 Fuß hohe Dſyndſerly-dagh, welcher, nördlich vom Großen Ararat, aus einer von devoniſchen Bildungen unterteuften Nummuliten-Formation aufſteigt.

[74] (S. 470.) Wegen der großen Nähe des Caps Perdica der Inſel Aegina an die braunrothen, altberühmten Trözen-Trachyte (Kosmos Bd. IV. S. 273 Anm. 86) der Halbinſel Methana und wegen der Schwefelquellen von Bromolimni iſt es wahrſcheinlich, daß die Trachyte von Methana wie die der Inſel Kalauria bei dem Städtchen Poros zu derſelben dritten Abtheilung von Guſtav Roſe (Oligoklas mit Hornblende und Glimmer) gehören (Curtius, Peloponneſos Bd. II. S. 439 und 446 Tab. XIV).

[75] (S. 470.) S. die vortreffliche geologiſche Karte der Gegend von Schemnitz von dem Bergrath Johann von Peltko 1852 und die Abhandlungen der k. k. geologiſchen Reichsanſtalt Bd. II. 1855 Abth 1. S. 3.

[76] (S. 470.) Kosmos Bd. IV. S. 427 Anm. 7.

[77] (S. 470.) Die baſaltartigen Säulen von Piſoje, deren feldſpathartigen Gemengtheil Francis zerlegt hat (Poggend. Annalen Bd. LII. 1841 S. 471): nahe am Cauca-Ufer, in den Ebenen von Amolanga (unfern der Pueblos de Sta. Barbara und Marmato); beſtehen aus etwas verändertem Oligoklas in großen ſchönen Kryſtallen, und kleinen Kryſtallen von Hornblende. Dieſem Gemenge ſind nahe verwandt: der quarzhaltige Diorit-Porphyr von Marmato, den Degenhardt mitbrachte und in dem Abich den feldſpathartigen Beſtandtheil Andeſin nannte; das quarzfreie Geſtein von Cucurupe, nahe bei Marmato, aus der Sammlung von Bouſſingault (Charles Ste. Claire Deville, Études de Lithologie p. 29); das Geſtein, welches ich 3 geogr. Meilen öſtlich vom Chimborazo unter den Trümmern von Alt-Riobamba anſtehend fand (Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 161); und endlich das Geſtein vom Eſterel-Gebirge im Depart. du Var (Élie de Beaumont, Explic. de la Carte géol. de France T. I. pag. 473).

[78] (S. 471.) Der Feldſpath in den Trachyten von Teneriffa iſt zuerſt 1842 von Charles Deville, der im Herbſt jenes Jahres die canariſchen Inſeln beſuchte, erkannt worden; ſ. dieſes ausgezeichneten Geognoſten Voyage géologique aux Antilles et aux Iles de Ténériffe et de Fogo 1848 p. 14, 74 und 169, und Analyse du feldspath de Ténériffe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XIX. 1844 p. 46. »Les travaux de Mrs. Gustave Rose et H. Abich«, ſagt er, »n'ont pas peu contribué, sous le double point de vue crystallographique et chimique, à répandre du jour sur les nombreuses variétés de minéraux qui étaient comprises sous la vague dénomination de feldspath. J'ai pu soumettre à l'analyse des cristaux *isolés avec soin* et dont la densité en divers échantillons était très uniformément 2,593; 2,594 et 2,586. C'est la première fois que le feldspath oligoclase a été indiqué dans les terrains volcaniques, à l'exception peut-être de quelques-unes des grandes masses de la Cordillère des Andes. Il n'avait été signalé, au moins d'une manière certaine, que dans les roches éruptives anciennes (plutoniques, granites, Syénites, Porphyres syénitiques....); mais dans les trachytes du Pic de Ténériffe il joue un rôle analogue à celui du labrador dans les masses doléritiques de l'Etna.« Vergl. auch Rammelsberg in der Zeitſchrift der deutſchen geologiſchen Geſellſchaft Bd. V. 1853 S. 691 und das 4te Suppl. ſeines Handwörterbuchs der chemiſchen Mineralogie S. 245.

[79] (S. 471.) Die erſte Höhen-Beſtimmung des großen Vulkans von Mexico, des Popocatepetl, iſt, ſo viel ich weiß, die oben (Kosmos Bd. IV. S. 41 Anm. 42) erwähnte, von mir am 24 Januar 1804 im Llano de Tetimba ausgeführte trigonometriſche Meſſung. Der Gipfel wurde 1536 Toiſen hoch über dem Llano gefunden; und da dies barometriſch 1234 Toiſen über der Küſte von Veracruz liegt, ſo ergiebt ſie als abſolute Höhe des Vulkans 2770 Toiſen oder 16620 Par. Fuß. Die meiner trigonometriſchen Beſtimmung folgenden barometriſchen Meſſungen ließen vermuthen, daß der Vulkan noch höher ſei, als ich ihn im Essai sur la Géographie des Plantes 1807 p. 148 und im Essai politique sur la Nouv. Espagne T. I. 1825 p. 185 angegeben. William Glennie, der zuerſt am 20 April 1827 an den Rand des Kraters gelangte, fand nach ſeiner eigenen Berechnung (Gazeta del Sol, publ. en

Mexico, No. 1432) 17884 engl. Fuß = 2796 t; nach einer Correction des um die amerikaniſche Hypſometrie ſo hoch verdienten Oberbergraths Burkart, mit faſt gleichzeitiger Barometer-Höhe in Veracruz verglichen, gar 16900 Par. Fuß. Eine barometriſche Meſſung von Samuel Birbeck (10 Nov. 1827), nach den Tafeln von Oltmanns berechnet, gab jedoch wiederum nur 16753 Par. Fuß; die Meſſung von Alexandre Doignon (Gumprecht, Zeitſchrift für Allg. Erdkunde Bd. IV. 1855 S. 390), faſt zu höflich mit der trigonometriſchen Meſſung von Tetimba übereinſtimmend, 5403 Meter = 16632 Par. Fuß. Der kenntnißvolle jetzige preußiſche Geſandte in Waſhington, Herr von Gerolt, iſt, begleitet vom Baron Gros, (28 Mai 1833) ebenfalls auf dem Gipfel des Popocatepetl geweſen, und hat nach einer genauen barometriſchen Meſſung die Roca del Fraile unterhalb des Kraters 15850 Par. Fuß über dem Meere gefunden. Mit den hier in chronologiſcher Ordnung angegebenen hypſometriſchen Reſultaten contraſtirt ſonderbar eine, wie es ſcheint, mit vieler Sorgfalt angeſtellte Barometer-Meſſung des Herrn Craveri, welche Petermann in ſeinen ſo gehaltvollen Mittheilungen über wichtige neue Erforſchungen der Geographie 1856 (Heft X) S. 358—361 bekannt gemacht hat. Der Reiſende fand im Sept. 1855 die Höhe des höchſten, d. i. nordweſtlichen Kraterrandes, mit dem verglichen, was er für die mittlere Höhe des Luftdruckes in Veracruz hielt, nur zu 5230 Metern = 16099 Par. Fuß: alſo 521 Par. Fuß ($\frac{1}{32}$ der ganzen gemeſſenen Höhe) weniger als ich bei der trigonometriſchen Meſſung ein halbes Jahrhundert früher. Auch die Höhe der Stadt Mexico über dem Meere hält Craveri für 184 Par. Fuß geringer, als Burkart und ich ſie zu ſehr verſchiedenen Zeiten gefunden haben; er ſchätzt ſie (ſtatt 2277 Meter = 1168 Toiſen) nur zu 2217 m. Ich habe mich über dieſe Schwankungen in plus und minus um das Reſultat meiner trigonometriſchen Meſſung, der leider noch immer keine zweite gefolgt iſt, in der vorbenannten Zeitſchrift des Dr. Petermann S. 479—481 umſtändlicher erklärt. Die 453 Höhen-Beſtimmungen, welche ich vom Sept. 1799 bis Febr. 1804 in Venezuela, an den waldigen Ufern des Orinoco, Rio de la Magdalena und Amazonenfluſſes; in den Cordilleren von Neu-Granada, Quito und Peru, und in der Tropengegend von Mexico gemacht habe: und welche alle, von neuem vom Prof. Oltmanns gleichmäßig nach der Formel von Laplace mit dem Coefficienten von Ramond berechnet, in meinem Nivelle-

ment barométrique et géologique 1810 publicirt worden ſind (Recueil d'Observ. Astronomiques Vol. I. p. 295—334); wurden ohne Ausnahme mit Ramsden'ſchen Gefäß-Barometern à niveau constant: und keineswegs mit Apparaten, in welche man nach einander mehrere friſch gefüllte Torricelli'ſche Röhren einſetzen kann, noch mit dem von mir ſelbſt angegebenen, in Lamétherie's Journal de Physique T. IV. p. 468 beſchriebenen und bloß in den Jahren 1796 und 1797 in Deutſchland und Frankreich bisweilen gebrauchten Inſtrumente, gemacht. Ganz gleich conſtruirter Ramsden'ſcher tragbarer Gefäß-Barometer habe ich mich auch 1805 auf einer Reiſe durch Italien und die Schweiz mit Gay-Luſſac zu unſrer beiderſeitigen Befriedigung bedient. Die vortrefflichen Arbeiten des Olmützer Aſtronomen Julius Schmidt an den Kraterrändern des Veſuvs (Beſchreibung der Eruption im Mai 1855 S. 114 bis 116) bieten durch Vergleichung neue Motive zu dieſer Befriedigung dar. Da ich nie den Gipfel des Popocatepetl beſtiegen habe, ſondern ihn trigonometriſch maß, ſo iſt kein Grund vorhanden zu dem wunderſamen Vorwurfe (Craveri in Petermann's geogr. Mittheilungen Heft X S. 359): „die von mir dem Berge zugeſchriebene Höhe ſei darum ungenügend, weil ich mich, wie ich ſelbſt berichte, der Aufſtellung friſch gefüllter Torricelli'ſcher Röhren bedient hätte.“ Der Apparat mit mehreren Röhren iſt gar nicht in freier Luft zu gebrauchen, am wenigſten auf dem Gipfel eines Berges. Er gehört zu den Mitteln, die man bei den Bequemlichkeiten, welche Städte darbieten, in langen Zwiſchenzeiten anwenden kann, wenn man über den Zuſtand ſeiner Barometer unruhig wird. Ich habe dieſes Beruhigungsmittel nur in ſehr ſeltenen Fällen angewandt, würde es aber auch jetzt noch den Reiſenden neben der Vergleichung mit dem Siedepunkte eben ſo warm empfehlen als in meinen Observ. Astron. (Vol. I. p. 363—373): »Comme il vaut mieux ne pas observer du tout que de faire de mauvaises observations, on doit moins craindre de briser le baromètre que de le voir dérangé. Comme nous avons, Mr. Bonpland et moi, traversé quatre fois les Cordillères des Andes, les mesures qui nous intéressoient le plus, ont été répétées à différentes reprises: on est retourné aux endroits qui paroissoient douteux. On s'est servi de temps en temps de *l'appareil de Mutis*, dans lequel on fait l'expérience primitive de Torricelli, en appliquant

successivement trois ou quatre tubes fortement chauffés, remplis de mercure récemment bouilli dans un creuset de grès. Lorsqu'on est sûr de ne pas pouvoir remplacer les tubes, il est peut-être prudent de ne pas faire bouillir le mercure dans ces tubes mêmes. C'est ainsi que j'ai trouvé dans des expériences faites conjointement avec Mr. Lindner, professeur de chimie à l'école des mines du Mexique, la hauteur de la colonne de mercure à Mexico, dans six tubes, de

259,7 lignes (ancien pied de Paris)
259,5
259,9
259,9
260,0
259,9

Les deux derniers tubes seuls avoient été purgés d'air au feu, par Mr. Bellardoni, ingénieur d'instrumens à Mexico. Comme l'exactitude de l'expérience dépend en partie de la propreté intérieure des tubes vides, si faciles à transporter, il est utile de les fermer hermétiquement à la lampe.« Da in Gebirgsgegenden die Höhenwinkel nicht vom Meeresufer aus unternommen werden können, und die trigonometriſchen Meſſungen gemiſchter Natur und zu einem beträchtlichen Theile (oft zu $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{2,7}$ der ganzen Höhe) barometriſch ſind; ſo iſt die Höhen-Beſtimmung der Hochebene, in welcher die Standlinie (base) gemeſſen wurde, von großer Wichtigkeit. Weil correſpondirende Barometer-Beobachtungen am Meere ſelten oder meiſt nur in allzu großer Entfernung erlangt werden, ſo ſind Reiſende nur zu oft geneigt, was ſie aus Beobachtungen weniger Tage geſchloſſen, die zu verſchiedenen Jahreszeiten von ihnen angeſtellt wurden, für die mittlere Höhe des Luftdruckes der Hochebene und an dem Meeresufer zu halten. »Dans la question de savoir, si une mesure faite au moyen du baromètre peut atteindre l'exactitude des opérations trigonométriques, il ne s'agit que d'examiner, si dans un cas donné les deux genres de mesures ont été faites dans des circonstances également favorables, c'est-à-dire en remplissant les conditions que la théorie et une longue expérience ont prescrites. Le géomètre redoute le jeu de réfractions terrestres, le physicien doit craindre la distribution si inégale et peu simultanée de la température dans la

colonne d'air aux extrémités de laquelle se trouvent placés les deux baromètres. Il est assez probable que près de la surface de la terre le décroissement du calorique est plus lent qu'à de plus grandes élévations; et pour connoître avec précision la densité moyenne de toute la colonne d'air, il faudroit, en s'élévant dans un ballon, pouvoir examiner la température de chaque tranche ou couche d'air superposée. (Humboldt, Recueil d'Observ. Astron. Vol. I. p. 138 und S. 371 in der Abh. über die Refraction und die Barometer-Messungen.) Wenn die barometrische Messung der Herren Truqui und Craveri dem Gipfel des Popocatepetl nur 16100 Par. Fuß giebt, dagegen Glennie 16780 Fuß; so stimmt dagegen die neu bekannt gemachte eines Reisenden, welcher die Umgegend von Mexico wie die Landschaften Yucatan und Chiapa durchforscht hat, des Gymnasial-Professors Carl Heller zu Olmütz, bis auf 30 Fuß mit der meinigen überein. (Vergl. meinen Aufsatz über die Höhe des mexicanischen Vulkans Popocatepetl in Dr. Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes geographischer Anstalt 1856 S. 479—481.)

[90] (S. 471.) Bei dem Chimborazo-Gestein ist es nicht möglich, wie das Aetna-Gestein es gestattet, die feldspathartigen Krystalle aus der Grundmasse, worin sie liegen, mechanisch zu sondern; aber der verhältnißmäßig hohe Gehalt von Kieselsäure, verbunden mit dem damit in Zusammenhang stehenden, geringeren specifischen Gewichte des Gesteins, lassen erkennen, daß der feldspathartige Gemengtheil Oligoklas sei. Kieselsäure-Gehalt und specifisches Gewicht stehen meist in umgekehrtem Verhältniß; der erstere ist bei Oligoklas und Labrador 64 und 53 p. C., während das letztere 2,66 und 2,71 ist. Anorthit hat bei nur 44 p. C. Kieselsäure-Gehalts das große specifische Gewicht von 2,76. Dieses umgekehrte Verhältniß zwischen Kieselsäure-Gehalt und specifischem Gewichte trifft, wie Gustav Rose bemerkt, bei den feldspathartigen Mineralien, die auch isomorph sind, bei verschiedener Krystallform, nicht ein. So haben z. B. Feldspath und Leucit dieselben Bestandtheile: Kali, Thonerde und Kieselsäure; der Feldspath aber 65 und der Leucit nur 56 p. C. Kieselsäure: und ersterer hat doch ein höheres specifisches Gewicht (nämlich 2,56) als letzterer, dessen specifisches Gewicht nur 2,48 beträgt.

Da ich im Frühjahr 1854 eine neue Analyse des Trachyts vom Chimborazo erwünschte, so hatte Prof. Rammelsberg die Freundschaft

ſie mit der ihm eigenen Genauigkeit vorzunehmen. Ich laſſe hier die Reſultate dieſer Arbeit folgen, wie ſie mir von Guſtav Roſe in einem Briefe im Monat Juni 1854 mitgetheilt wurden: „Das Chimborazo-Geſtein, das der Prof. Rammelsberg einer ſorgfältigen Analyſe unterworfen hat, war aus einem Stück Ihrer Sammlung abgeſchlagen, das Sie von dem ſchmalen Felskamm auf der Höhe von 2986 Toiſen über dem Meere mitgebracht."

Analyſe von Rammelsberg

(Höhe 17916 Par. Fuß, ſpec. Gewicht 2,806)

			Sauerſtoff	
Kieſelſäure	59,12		30,70	2,33
Thonerde	13,48		6,30	
Eiſen-Oxydul	7,27	1,61		1
Kalkerde	6,50	1,85		
Talkerde	5,41	2,13	6,93	
Natron	3,46	0,89		
Kali	2,64	0,45		
	97,88			

Analyſe von Abich

(Höhe 15180 Par. Fuß, ſpec. Gewicht 2,685)

			Sauerſtoff	
Kieſelſäure	65,09		33,81	2,68
Thonerde	15,58		7,27	
Eiſen-Oxyd	3,83		1,16	
Eiſen-Oxydul	1,73		0,39	
Kalkerde	2,61		0,73	1
Talkerde	4,10		1,58	
Natron	4,46		1,14	
Kali	1,99		0,33	
Glüh-Verluſt und Chlor	0,41			
	99,80			

Zur Erklärung dieſer Zahlen iſt zu bemerken: daß die erſte Reihe die Beſtandtheile in Procenten angiebt, die 2te und 3te den Sauerſtoff-Gehalt derſelben. Die 2te Spalte bezeichnet nur den Sauerſtoff der ſtärkeren Oxyde (die 1 Atom Sauerſtoffs enthalten). In der 3ten Reihe iſt derſelbe zuſammengefaßt, um ihn mit dem der Thonerde (die ein ſchwaches Oxyd iſt) und der Kieſelſäure vergleichen zu können. Die 4te Spalte giebt das Verhältniß des Sauerſtoffs der Kieſelſäure zum Sauerſtoff der ſämmtlichen Baſen: dieſen = 1 geſetzt. Bei dem Trachyt des Chimborazo iſt dieſes Verhältniß = 2,33 : 1.

„Die Unterschiede in den Analysen von Rammelsberg und Abich sind allerdings bedeutend. Beide analysirten Gesteine des Chimborazo aus 17916 und 15180 Pariser Fuß Höhe; sie sind von Ihnen abgeschlagen worden und stammen aus Ihrer geognostischen Sammlung im königlichen Mineralien-Cabinete zu Berlin her. Das Gestein aus der geringeren Höhe (kaum 375 Fuß höher als der Gipfel des Montblanc), welches Abich analysirt hat, hat ein geringeres specifisches Gewicht, und in Uebereinstimmung damit eine größere Menge Kieselsäure als das Gestein, welches Rammelsberg von einem 2736 Fuß höheren Punkte zerlegt hat. Nimmt man an, daß die Thonerde allein dem feldspathartigen Gemengtheile angehört, so kann man in der Rammelsberg'schen Analyse berechnen:

Oligoklas	58,66
Augit	34,14
Kieselsäure	4,08

Da also hier bei der Annahme von Oligoklas noch freie Kieselsäure übrig bleibt, so wird es wahrscheinlich, daß der feldspathartige Gemengtheil Oligoklas und nicht Labrador sei. Dieser kommt mit freier Kieselsäure nicht vor, und bei der Annahme von Labrador in dem Gestein würde ja noch mehr Kieselsäure übrig bleiben."

Eine sorgfältige Vergleichung vieler Analysen, welche ich der belehrenden Freundschaft des Herrn Charles Sainte-Claire Deville verdanke, dem die reichen geognostischen Sammlungen unseres gemeinschaftlichen Freundes Boussingault zur chemischen Benutzung offen standen, beweist, daß der Gehalt an Kieselsäure in der Grundmasse des trachytischen Gesteins meist größer ist als in den Feldspathen, welche sie enthalten. Die Tabelle, die mir mit großem Wohlwollen von dem Verfasser selbst mitgetheilt worden ist (im Monat Juni 1857), enthält allein fünf der großen Vulkane der Andeskette:

Namen der Vulkane	Structur und Farbe der Masse	Kieselsäure in der ganzen Masse	Kieselsäure im Feldspath allein
Chimborazo	halb verglast, bräunlich grau	65,09 Abich	
	halb glasig und schwarz	63,19 Deville	58,26
	krystallinisch dicht grau	62,66 Deville	
Antisana	grau-schwarz	64,26 Abich	58,26
	. . . . .	63,23 Abich	
Cotopari	glasig und bräunlich	69,28 Abich	
	körnig	63,98 Abich	
Pichincha	schwarz, glasig	67,07 Abich	
Puracé	fast bouteillen-grün	60,80 Deville	55,40
Guadeloupe	grau, körnig und zöllig	57,95 Deville	54,25
Bourbon	krystallinisch grau, porös	50,90 Deville	49,06

»Ces différences, quant à la richesse en silice entre la pâte et le feldspath«, setzt Charles Deville hinzu, »paraîtront plus frappantes encore, si l'on fait attention qu'en analysant une roche en masse, on analyse, avec la pâte proprement dite, non seulement des fragments de feldspath semblables à ceux que l'on en a extraits, mais encore des minéraux qui, comme l'amphibole, la pyroxène et surtout le péridot, sont moins riches en silice que le feldspath. Cet excès de silice se manifeste *quelquefois* par des grains isolés de quarz, comme Mr. Abich les a signalés dans les trachytes du Drachenfels (*Siebengebirge* de Bonn), et comme moi-même j'ai eu l'occasion de les observer avec quelque étonnement dans le dolérite trachytique de la Guadeloupe.«

„Setzt man", sagt Gustav Rose, „der merkwürdigen Tabelle des Kieselsäure-Gehalts des Chimborazo noch das Resultat der neuesten Analyse, der von Rammelsberg (Mai 1854), hinzu; so steht das Deville'sche Resultat gerade in der Mitte zwischen denen von Abich und Rammelsberg. Wir erhalten

Chimborazo-Gestein

Kieselsäure 65,09 Abich (spec. Gewicht 2,685)
63,19 Deville
62,66 derselbe
59,12 Rammelsberg (spec. Gew. 2,806)"

In der zu San Francisco in Californien erscheinenden Zeitung **l'Écho du Pacifique** vom 5 Januar 1857 wird von einem französischen Reisenden, Herrn Jules Remy, berichtet, daß es ihm in Begleitung des Engländers Hrn. Brencklay geglückt sei am 3 Nov. 1856 den Gipfel des Chimborazo zu ersteigen: „zwar in Nebel gehüllt und ohne es selbst während der Ersteigung zu merken (sans nous en douter)". Er beobachtete nämlich den Siedepunkt des Wassers zu 77°,5 Cent. bei + 1°,7 Luft-Temperatur; als er hieraus „nach einer auf wiederholten Reisen im Hawaii-Archipel erprobten hypsometrischen Regel die von ihm erreichte Höhe berechnete, ward er von dem erhaltenen Resultate überrascht. Er fand nämlich, daß er 6543 Meter hoch gewesen war:" also in einer Höhe, die nur 40 Fuß abweicht von der Höhe (6530 Meter), welche meine trigonometrische Messung bei Riobamba nuevo in der Hochebene von Tapia im Juni 1803 für den Gipfel des Chimborazo ergeben hatte. Diese Uebereinstimmung einer trigonometrischen Messung des Gipfels mit einer auf den Siedepunkt gegründeten wäre um so wunderbarer, als meine trigonometrische Messung, wie bei allen Bergmessungen in den Cordilleren, einen barometrischen Theil involvirt, und durch Mangel correspondirender Beobachtungen am Meeresufer der Südsee meine barometrische Bestimmung der Höhe des Llano de Tapia (2891 Meter oder 8899 Par. Fuß) nicht alle erwünschte Genauigkeit haben kann. (Ueber das Detail meiner trigonometrischen Messung s. mein **Recueil d'Observ. Astron.** Vol. I. p. LXXII und LXXIV). Professor Poggendorff hat sich freundschaftlichst der Mühe unterzogen zu prüfen, welches Resultat unter den wahrscheinlichsten Voraussetzungen eine rationellere Berechnungsweise geben würde. Er hat gefunden, daß, unter den beiden Hypothesen berechnet: daß am Meere die Luft-Temperatur 27°,5 C. oder 26°,5 C. geherrscht habe und der Barometerstand 760^{mm},0 auf den Gefrierpunkt reducirt gewesen sei, man nach Regnault's Tafel folgendes Resultat erhalte: der Siedepunkt 77°,5 C. auf dem Gipfel entspricht einem Barometerstand von 320^{mm},20 bei 0° Temperatur, die Luft-Temperatur war + 1°,7 C.: wofür hier 1°,5 genommen sein mag. Nach diesen Daten geben Oltmanns Tafeln für die angeblich erstiegene Höhe, in der ersten Hypothese (27°,5 C.) = 7328^{m},2 und in der zweiten (26°,5 C.) = 7314^{m},5: also im Mittel 777^{m} oder 2390 Pariser Fuß mehr als meine trigonometrische Messung. Wenn mit dieser der Versuch des Siedepunkts hätte übereinstimmen sollen, so hätte

man, wäre wirklich der Gipfel des Chimborazo erſtiegen worden, den Siedepunkt um 2°,25 C. höher finden müſſen. (Poggendorff's Annalen Bd. 100. 1857 S. 479.)

[81] (S. 472.) Daß die Trachyt-Geſteine des Aetna Labrador enthalten, davon überzeugte ſich und ſeine Freunde ſchon Guſtav Roſe im Jahr 1833, als er die reichen ſicilianiſchen Sammlungen von Friedrich Hoffmann im Berliner Mineralien-Cabinet aufſtellte. In der Abhandlung über die Gebirgsarten, welche mit den Namen Grünſtein und Grünſteinporphyr bezeichnet werden (Poggendorff's Ann. Bd. 34. 1835 S. 29), erwähnt Guſtav Roſe der Laven des Aetna, welche Augit und Labrador enthalten. (Vergl. auch Abich in der ſchönen Abhandlung über die geſammte Feldſpath-Familie vom Jahr 1840 in Poggend. Ann. Bd. 50. S. 347.) Leopold von Buch nennt das Aetna-Geſtein dem Dolerit der Baſalt-Formation analog (Poggend. Bd. 37. 1836 S. 188).

[82] (S. 472.) Ein vieljähriger und fleißiger Erforſcher der Aetna-Trachyte, Sartorius von Waltershauſen, macht die wichtige Bemerkung: „daß die Hornblende dort vorzugsweiſe den älteren Maſſen angehört: den Grünſtein-Gängen im Val del Bove, wie den weißen und röthlichen Trachyten, welche das Fundament des Aetna in der Serra Giannicola bilden. Dort werden ſchwarze Hornblende und hell-lauchgrüne Augite neben einander gefunden. Die neueren Lavaſtröme ſchon von 1669 an (beſonders von 1787, 1809, 1811, 1819, 1832, 1838 und 1842) zeigen Augite, aber nicht Hornblende. Dieſe ſcheint unter einer langſameren Abkühlung zu entſtehen." (Waltershauſen über die vulkaniſchen Geſteine von Sicilien und Island 1853 S. 111—114.) In den augithaltigen Trachyten der vierten Abtheilung in der Andeskette habe ich, neben den häufigen Augiten, theils gar keine, theils, wie am Cotopari (auf einer Höhe von 13200 Fuß) und am Rucu-Pichincha bei 14360 Fuß, ſparſam, deutliche ſchwarze Hornblende-Kryſtalle gefunden.

[83] (S. 472.) Vergl. Pilla in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XX. 1845 p. 324. In den Leucit-Kryſtallen der Rocca Monfina hat Pilla die Oberfläche mit Wurmröhren (Serpuleae) bedeckt gefunden: was auf eine unterſeeiſche vulkaniſche Bildung deutet. Ueber das Leucit-Geſtein der Eifel im Trachyt des Burgberges bei Rieden; das von Albano, Lago Bracciano und Borghetto nördlich von Rom ſ. Kosmos Bd. IV. S. 32 Anm. 93. Im

Centrum großer Leucit-Kryſtalle hat Leop. von Buch meiſt das Bruchſtück eines Augit-Kryſtalls gefunden, um welches ſich die Leucit-Kryſtalliſation gebildet hat: „was, wie ſchon früher bemerkt, bei der leichten Schmelzbarkeit des Augits und der Unſchmelzbarkeit des Leucits ſonderbar genug iſt. Häufiger noch ſind Stücke der Grundmaſſe ſelbſt des Leucit-Porphyrs als Kern eingeſchloſſen.“ Olivin findet ſich zugleich in Laven: wie in den Höhlungen der Obſidiane, deren ich aus Mexico vom Cerro del Jacal mitgebracht habe (Kosmos Bd. I. S. 464 Anm. 60); und doch zugleich auch im Hyperſthen-Fels von Elfdalen (Berzelius 6ter Jahresbericht, 1827, S. 302), den man lange für Syenit gehalten. Einen ähnlichen Contraſt in der Natur der Fundörter bietet der Oligoklas dar, welcher in den Trachyten noch entzündeter Vulkane (Pic von Teneriffa und Cotopari), und doch zugleich auch im Granit und Granitit von Schreibersau und Warmbrunn im ſchleſiſchen Rieſengebirge vorkommt (Guſtav Roſe über die zur Granitgruppe gehörigen Gebirgsarten in der Zeitſchrift der deutſchen geol. Geſellſch. zu Berlin Bd. I. S. 364); nicht ſo der Leucit in plutoniſchem Geſteine: denn die Angabe, daß Leucit im Glimmerſchiefer und Gneiß der Pyrenäen bei Gavarnie eingeſprengt gefunden werde (eine Angabe, die ſelbſt Hauy wiederholt hat), iſt durch mehrjährige locale Unterſuchungen von Dufrénoy (Traité de Minéralogie T. III. p. 399) als irrig befunden worden.

" (S. 474.) Ich hatte mich auf einer geognoſtiſchen Reiſe, die ich 1795 durch das ſüdliche Franken, die weſtliche Schweiz und Ober-Italien machte, davon überzeugt, daß der Jura-Kalkſtein, welchen Werner zu ſeinem Muſchelkalk rechnete, eine eigne Formation bildete. In meiner Schrift über die unterirdiſchen Gasarten, welche mein Bruder Wilhelm von Humboldt 1799 während meines Aufenthalts in Südamerika herausgab, wird der Formation, die ich vorläufig mit dem Namen Jura-Kalkſtein bezeichnete, zuerſt (S. 39) gedacht. Dieſe Aufſtellung der neuen Formation ging ſogleich in des Oberbergraths Karſten damals vielgeleſene mineralogiſche Tabellen (1800 S. 64 und Vorrede S. VII) über. Ich nannte keine von den Verſteinerungen, welche die Jura-Formation charakteriſiren und um die Leopold von Buch (1839) ſich unvergeßliche Verdienſte erworben hat; irrte auch in dem Alter, das ich der Jura-Formation zuſchrieb: da ich wegen der Nähe der Alpen, die man älter als Zechſtein glaubte, ſie für älter als Muſchelkalk hielt. In den früheſten Tabellen

Buckland's über die Superposition of Strata in the British Islands wird Jura Limestone of Humboldt zu Upper Oolite gerechnet. Vergl. mein Essai géogn. sur le Gisement des Roches 1823 p. 281.

[85] (S. 475.) Der Name Andesit kommt zuerst gedruckt vor in der am 26 März 1835 in der Berliner Akademie gelesenen Abhandlung Leopolds von Buch. Da dieser große Geognost die Benennung Trachyt auf den Gehalt von glasigem Feldspath beschränkt, so sagt er in seiner im März 1835 gelesenen, aber erst 1836 gedruckten akademischen Abhandlung (Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 188—190): „Die Entdeckungen von Gustav Rose über den Feldspath haben über die Vulkane und die ganze Geognosie ein neues Licht verbreitet, und die Gebirgsarten der Vulkane haben dadurch eine neue, ganz unerwartete Ansicht gewonnen. Nach vielen sorgfältigen Untersuchungen in der Gegend von Catanea und am Aetna haben wir, Elie de Beaumont und ich, uns überzeugt, daß Feldspath durchaus gar nicht am Aetna vorkomme, somit auch gar kein Trachyt. Alle Lavaströme so wie alle Schichten im Inneren des Berges bestehn aus einem Gemenge von Augit und Labrador. Ein anderer wichtiger Unterschied in der Gebirgsart der Vulkane offenbart sich, wenn die Stelle des Feldspaths Albit vertritt; es entsteht dann eine neue Gebirgsart, welche nicht mehr Trachyt genannt werden darf. Nach G. Rose's (dermaligen) Untersuchungen kann man ziemlich bestimmt versichern, daß kein einziger der fast zahllosen Vulkane der Andes aus Trachyt besteht, sondern daß alle in der sie bildenden Masse Albit enthalten. Eine solche Behauptung scheint sehr kühn; allein sie verliert diesen Schein, wenn wir bedenken, daß wir schon allein durch die Humboldt'sche Reise fast die Hälfte dieser Vulkane und ihre Producte in den beiden Hemisphären kennen gelernt haben. Durch Meyen kennen wir diese albitreiche Gebirgsart in Bolivia und dem nördlichen Chili, durch Pöppig bis zu der südlichsten Grenze desselben Landes, durch Erman in den Vulkanen von Kamtschatka. Ein so weit verbreitetes und so ausgezeichnetes Vorkommen scheint hinreichend den Namen des Andesits zu rechtfertigen, unter welchem diese, aus vorwaltendem Albit und wenig Hornblende gemengte Gebirgsart schon einigemal aufgeführt worden ist." Fast zu derselben Zeit, in den Zusätzen, mit denen er 1836 die französische Ausgabe seines Werkes über die

canariſchen Inſeln ſo anſehnlich bereicherte, geht Leopold von Buch noch mehr in das Einzelne ein. Die Vulkane Pichincha, Cotopari, Tungurahua, Chimborazo ſollen alle aus Andeſit beſtehen: dagegen die mexicaniſchen Vulkane wahre (ſanidinhaltige) Trachyte genannt werden! (Description physique des Iles Canaries 1836 p. 486, 487, 490 und 515.) Die oben gegebene lithologiſche Claſſification der mexicaniſchen und Andes-Vulkane zeigt, daß von einer ſolchen Gleichmäßigkeit mineralogiſcher Conſtitution und der Möglichkeit einer allgemeinen, von einem großen Erdſtrich hergenommenen Benennung wiſſenſchaftlich keine Rede ſein kann. Ein Jahr ſpäter, als Leop. von Buch zuerſt in Poggendorff's Annalen des viel Verwirrung erregenden Namens Andeſit Erwähnung that, habe auch ich das Unrecht begangen mich deſſelben zweimal zu bedienen: einmal 1836 in der Beſchreibung meines Verſuches den Chimborazo zu beſteigen in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 204 und 205 (wiederum abgedruckt in meinen Kleineren Schriften Bd. I. S. 160 und 161); das zweite Mal 1837 in der Abhandlung über das Hochland von Quito (in Poggend. Ann. Bd. XL. S. 165). „Die neueſte Zeit hat gelehrt", ſagte ich, indem ich mich ſchon damals der Behauptung meines vieljährigen Freundes von einer gleichartigen Conſtitution aller Andes-Vulkane ſtreng widerſetzte, „daß die verſchiedenen Zonen nicht immer dieſelbe (mineralogiſche) Zuſammenſetzung, dieſelben Gemengtheile darbieten. Es ſind bald eigentliche Trachyte, welche der glaſige Feldſpath charakteriſirt, wie am Pic von Teneriffa und im Siebengebirge bei Bonn, wo ſich etwas Albit dem Feldſpath beigeſellt: Feldſpath-Trachyte, die als thätige Vulkane häufig Obſidian und Bimsſtein erzeugen; bald ſind es Melaphyre und doleritartige Gemenge von Labrador und Augit, der Baſalt-Formation näher ſtehend: wie am Aetna, Stromboli und Chimborazo; bald iſt Albit mit Hornblende vorherrſchend, wie in den neuerlich ſo genannten Andeſiten von Chili und den prächtigen, als Diorit-Porphyr beſchriebenen Säulen von Piſoje bei Popayan, am Fuß des Vulkans von Puracé oder im mexicaniſchen Vulkan von Jorullo; bald ſind es endlich Leucitophyre, Gemenge von Leucit und Augit: wie in der Somma, der alten Wand des Erhebungs-Kraters des Veſuvs." Durch eine zufällige Mißdeutung dieſer Stelle, welche viele Spuren von dem damaligen unvollkommenen Zuſtande des Wiſſens an ſich trägt (ſtatt Oligoklas wird dem Pic von Teneriffa noch Feld-

ſpath, dem Chimborazo noch Labrador, dem Vulkan von Toluca noch Albit zugewieſen), hat der geiſtreiche Forſcher Abich, Chemiker und Geognoſt zugleich, (Poggend. Ann. Bd. LI. 1840 S. 523) irrigerweiſe mir ſelbſt die Erfindung des Namens Andeſit als einer trachytiſchen, weitverbreiteten, albitreichen Gebirgsart zugeſchrieben; und einer von ihm zuerſt analyſirten, noch etwas räthſelhaften, neuen Feldſpath-Art hat er, „mit Berückſichtigung der Gebirgsart (von Marmato bei Popayan), in der ſie zuerſt erkannt wurde", Andeſin genannt. Der Andeſin (Pſeudo-Albit aus dem Andeſit) ſoll zwiſchen Labrador und Oligoklas in der Mitte ſtehn: bei 15° R. Temperatur iſt ſein ſpecifiſches Gewicht 2,733; das des Andeſits, in welchem der Andeſin vorkam, iſt 3,593. Guſtav Roſe bezweifelt, wie ſpäter Charles Deville (Études de Lithologie p. 30), die Selbſtſtändigkeit des Andeſins, da ſie nur auf einer einmaligen Analyſe Abich's beruht, und weil die von Francis (Poggend. Bd. LII. 1841 S. 472) in dem Laboratorium von Heinrich Roſe ausgeführte Analyſe des feldſpathartigen Gemengtheils in dem von mir aus Südamerika mitgebrachten ſchönen Diorit-Porphyr von Piſoje bei Popayan mit dem von Abich analyſirten Andeſin von Marmato zwar große Aehnlichkeit andeutet, aber doch anders zuſammengeſetzt iſt. Noch viel unſicherer iſt der ſogenannte Andeſin aus dem Syenit der Vogeſen (von dem Ballon de Servance und von Coravillers, den Deleſſe zerlegt hat). Vergl. G. Roſe in der ſchon oben citirten Zeitſchrift der deutſchen geologiſchen Geſellſchaft Bd. I. für das Jahr 1849 S. 369. Es iſt nicht unwichtig hier darauf aufmerkſam zu machen, daß der Name Andeſin, von Abich als der eines einfachen Minerals aufgeführt, zuerſt in deſſen reichhaltiger Abhandlung: Beitrag zur Kenntniß des Feldſpaths erſcheint (in Poggend. Ann. Bd. L. S. 125 und 341, Bd. LI. S. 519): alſo im Jahre 1840, wenigſtens fünf Jahre nach der Benennung der Gebirgsart Andeſit; und keineswegs umgekehrt älter iſt als der der Gebirgsart, wie bisweilen irrig behauptet wird. In den Formationen von Chili, welche Darwin ſo oft albitreichen andesitic granite und andesitic porphyre nennt (Geological observations on South America 1846 p. 174), mögen auch wohl Oligoklaſe enthalten ſein. Guſtav Roſe, deſſen Abhandlung über die Nomenclatur der mit dem Grünſteine und Grünſteinporphyr verwandten Gebirgsarten (in Poggendorff's

Annalen Bd. XXXIV. S. 1—30) in demſelben Jahre 1835 erſchien, in welchem Leopold von Buch den Namen Andeſit gebrauchte, hat ſich weder in der eben genannten Abhandlung noch je ſpäter dieſes Namens bedient: deſſen Definition nach der jetzt erkannten Natur der Gemengtheile nicht Albit mit Hornblende, ſondern in den Cordilleren von Südamerika Oligoklas mit Augit heißen müßte. Die nun ſchon veraltete Mythe des Andeſits, welche ich hier nur zu umſtändlich behandelt habe, lehrt aufs neue, wie viele andere Beiſpiele aus der Entwicklungsgeſchichte unſeres phyſikaliſchen Wiſſens, daß irrige oder nicht genugſam begründete Behauptungen (z. B. der Hang Varietäten als Arten aufzuzählen) den beſchreibenden Wiſſenſchaften oft dadurch förderlich werden, daß ſie zu genaueren Beobachtungen anregen.

[86] (S. 475.) Schon 1840 beſchrieb Abich (über die Natur und die Zuſammenſetzung der Vulkan-Bildungen S. 46) Oligoklas-Trachyte aus dem Gipfel-Geſtein des Kasbegk und einem Theile des Ararats; auch 1835 äußerte Guſtav Roſe mit Vorſicht (Poggend. Ann. Bd. 34. S. 30), „daß er bis dahin bei ſeinen Beſtimmungen nicht auf den Oligoklas und Periklin Rückſicht genommen habe, die doch wahrſcheinlich ebenfalls als Gemengtheil vorkommen". Der ehemals viel verbreitete Glaube, daß ein beſtimmtes Vorherrſchen des Augits oder der Hornblende auch auf eine beſtimmte Species aus der Feldſpath-Reihe: auf glaſigen Orthoklas (Sanidin), auf Labrador oder Oligoklas, ſchließen laſſe; ſcheint ſehr erſchüttert durch Vergleichung der des Chimborazo- und Toluca-Geſteins, von Trachyten der 4ten und 3ten Abtheilung. In der Baſalt-Formation kommen oft Hornblende und Augit gleich häufig vor; das iſt keineswegs der Fall bei den Trachyten: aber ſehr vereinzelt habe ich Augit-Kryſtalle in Toluca-Geſtein; einige Hornblende-Kryſtalle in Theilen des Chimborazo-, Pichincha-, Puracé- und Teneriffa-Geſteins gefunden. Olivine, die ſo überſelten in den Baſalten fehlen, ſind in Trachyten eben ſo eine große Seltenheit, als ſie es in den Phonolithen ſind: und doch ſehen wir bisweilen in einzelnen Lavaſtrömen ſich Olivine neben Augiten in Menge bilden. Glimmer iſt im ganzen ſehr ungewöhnlich im Baſalt: und doch enthalten einzelne Baſaltkuppen des, von Reuß, Freiesleben und mir zuerſt beſchriebenen, böhmiſchen Mittelgebirges ſie in Menge. Die ungewöhnliche Vereinzelung gewiſſer Mineralkörper und die Gründe ihrer geſetzlichen

ſpecifiſchen Geſelligkeit hangen wahrſcheinlich von vielen noch nicht ergründeten Urſachen des Drucks, der Temperatur, der Dünnflüſſigkeit, der Schnelligkeit der Erkaltung zugleich ab. Die ſpecifiſchen Unterſchiede der Aſſociation ſind aber in den gemengten Gebirgsarten wie in den Gangmaſſen von großer Wichtigkeit; und in geognoſtiſchen Beſchreibungen, welche in der freien Natur, im Angeſicht des Gegenſtandes, haben entworfen werden können, muß man nicht verwechſeln: was ein vorherrſchendes oder wenigſtens ein ſehr ſelten fehlendes, was ein ſich nur ſparſam wie zufällig zeigendes Glied der Aſſociation iſt. Die Verſchiedenheit, die in den Elementen eines Gemenges, z. B. in den Trachyten, herrſcht, wiederholt ſich, wie ich bereits oben erinnert habe, auch in den Gebirgsarten ſelbſt. Es giebt in beiden Continenten große Länder, in denen Trachyt- und Baſalt-Formationen ſich gleichſam abſtoßen, wie Baſalte und Phonolithe; andere Länder, in welchen Trachyte und Baſalte in beträchtlicher Nähe mit einander abwechſeln. (Vergl. Guſtav Jenzſch, Monographie der böhmiſchen Phonolithe 1856 S. 1—7.)

[87] (S. 476.) Vergl. Biſchof, chemiſche und phyſikaliſche Geologie Bd. II. 1851 S. 2288 verglichen mit 2297; Roth, Monographie des Veſuvs 1857 S. 305.

[88] (S. 477.) Kosmos Bd. IV. S. 365.

[89] (S. 477.) Es iſt die Erinnerung wohl faſt überflüſſig, daß der Ausdruck fehlen nur andeutet, daß bei der Durchforſchung eines, freilich nicht unbeträchtlichen Theiles von Vulkanen großen Umfangs eine Mineral-Species vergeblich geſucht worden iſt. Ich unterſcheide zwiſchen fehlen (nicht gefunden ſein), ſehr ſeltener Einmengung, und häufiger, aber doch nicht normal charakteriſirender.

[90] (S. 477.) Carl von Oeynhauſen, Erkl. der geogn. Karte des Laacher Sees 1847 S. 38.

[91] (S. 477.) S. bergmänniſches Journal von Köhler und Hofmann, 5ter Jahrgang Bd. I. (1792) S. 244, 251 und 265. Glimmerreicher Baſalt, wie an der Gamayer Kuppe im böhmiſchen Mittelgebirge, iſt eine Seltenheit. Ich habe dieſen Theil des böhmiſchen Mittelgebirges im Sommer 1792 gemeinſchaftlich mit Carl Freiesleben, meinem nachmaligen ſchweizer Reiſebegleiter, der einen ſo weſentlichen Einfluß auf meine geognoſtiſche und bergmänniſche Ausbildung gehabt hat, beſucht. Biſchof bezweifelt jede

Entſtehung des Glimmers auf pyrogenem Wege, und hält ihn für ein Umwandlungs-Product auf naſſem Wege; ſ. ſein Lehrbuch der chem. und phyſikal. Geologie Bd. II. S. 1426 und 1439.

[92] (S. 477.) Jenzſch, Beiträge zur Kenntniß der Phonolithe in der Zeitſchrift der Deutſchen geologiſchen Geſellſchaft Bd. VIII. 1856 S. 36.

[93] (S. 477.) Guſtav Roſe über die zur Granitgruppe gehörigen Gebirgsarten in derſelben Zeitſchrift Bd. I. 1849 S. 359.

[94] (S. 478.) Die Porphyre von Moran, Real del Monte und Regla (letztere berühmt durch den ungeheuren Silberreichthum der Veta Biscayna, und die Nähe der Obſidiane und Perlſteine des Cerro del Jacal und Meſſerberges, Cerro de las Navajas) ſind, wie faſt alle metallreiche Porphyre von Amerika, ganz quarzfrei (über dieſe Erſcheinungen und ganz analoge in Ungarn ſ. Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches p. 179—188 und 190—193); aber die Porphyre von Acaguiſotla, auf dem Wege von Acapulco nach Chilpanzingo, wie die von Villalpando nördlich von Guanaruato, welche von goldführenden Gängen durchſetzt werden, enthalten neben dem Sanidin auch Körner von bräunlichem Quarze. — Da am Cerro de las Navajas und in dem baſalt- und perlſteinreichen Valle de Santiago, das man durchſtreicht, um von Valladolid nach dem Vulkan von Jorullo zu gelangen, die kleinen Einſchlüſſe von Obſidian-Körnern und glaſigem Feldſpath in den vulkaniſchen Gebirgsarten im ganzen ſelten ſind; ſo war ich um ſo mehr verwundert, als ich zwiſchen Capula und Pazcuaro, vorzüglich bei Yuriſapundaro, alle Ameiſenhaufen mit ſchön glänzenden Körnern von Obſidian und Sanidin erfüllt fand. Es war im Monat September 1803 (Nivellement barométr. p. 327 No. 366 und Essai géognost. sur le Gisement des Roches p. 356). Ich war verwundert, wie ſo kleine Inſecten ſolche Mineral-Species aus weiter Ferne forttragen konnten. Mit lebhafter Freude habe ich geſehen, daß ein raſtloſer Forſcher, Herr Jules Marcou, etwas ganz ähnliches aufgefunden hat. „Il existe“, ſagt dieſer, „sur les hauts plateaux des Montagnes Rocheuses, surtout aux environs du fort *Defiance* (à l'ouest du Mont Taylor), une espèce de fourmis qui, au lieu de se servir de fragmens de bois et de débris de

végétaux pour élever son édifice, n'emploie que de petites pierres de la grosseur d'un grain de maïs. Son instinct la porte à choisir les fragmens de pierres les plus brillants; aussi la fourmilière est-elle souvent remplie de grenats transparents magnifiques et de grains de quarz très limpides." (Jules Marcou, Résumé explicatif d'une Carte géogn. des États-Unis 1855 p. 3.)

In den jetzigen Vesuv-Laven ist glasiger Feldspath sehr selten; nicht so in den alten Laven, z. B. in denen des Ausbruchs von 1631, neben Leucit-Krystallen. Sehr häufig ist auch Sanidin zu finden im Arso-Strom von Cremate auf Ischia vom Jahr 1301, ohne allen Leucit: nicht mit dem älteren, von Strabo beschriebenen (bei Montagnone und Rotaro) zu verwechseln (Kosmos Bd. IV. S. 304 Anm. 61 und S. 447). So wenig glasiger Feldspath in den Trachyten des Cotopari oder anderer Vulkane der Cordilleren überhaupt zu finden ist, eben so wenig erscheint er in den unterirdischen Bimsstein-Brüchen am Fuß des Cotopari. Was man darin ehemals als Sanidin beschrieben hat, sind Krystalle von Oligoklas.

[95] (S. 478.) Roth, Monographie des Vesuvs S. 267 und 382.

[96] (S. 479.) S. oben Anm. 82; Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 369; Bischof, chem. und physik. Geologie Bd. II. S. 528—571.

[97] (S. 479.) Gilbert's Annalen der Physik Bd. VI. 1800 S. 53; Bischof, Geologie Bd. II. S. 2265—2303.

[98] (S. 480.) Die neueren Vesuv-Laven enthalten keinen Olivin, eben so wenig glasigen Feldspath; Roth, Mon. des Vesuvs S. 139. Der Lavastrom des Pic von Teneriffa von 1704, den Viera und Glas beschrieben haben, ist nach Leopold von Buch (Descr. des Iles Canaries p. 207) der einzige, welcher Olivin enthält. Die Behauptung aber, als sei der Ausbruch von 1704 der erste, welcher seit der Zeit der Eroberung (Conquista) der canarischen Inseln am Ende des 15ten Jahrhunderts statt gefunden habe, ist von mir an einem anderen Orte (Examen critique de l'histoire de la Géographie T. III. p. 143—146) als irrig erwiesen worden. Columbus sah auf seiner ersten Entdeckungsreise in den Nächten vom 21 bis 25 August, als er Doña Beatriz de Bobadilla auf der Gran Canaria aufsuchen wollte, den Feuerausbruch

auf Teneriffa. Es heißt im Tagebuche des Admirals unter der Rubrik Jueves 9 de Agosto, welche Nachrichten bis 2 September enthält: Vieron salir gran fuego de la Sierra de la Isla de Tenerife, que es muy alta en gran manera"; Navarrete, Col. de los Viages de los Españoles T. I. p. 5. Die eben genannte Dame ist nicht zu verwechseln mit Doña Beatriz Henriquez aus Cordova: der unehelichen Mutter des gelehrten Don Fernando Colon, des Geschichtsschreibers des Vaters, deren Schwangerschaft im Jahr 1488 so wesentlich dazu beitrug den Columbus in Spanien zurückzuhalten, und zu veranlassen, daß die Neue Welt für Castilien und Leon (und nicht für Portugal, Frankreich oder England) entdeckt wurde. (Vergl. mein Examen critique T. III. p. 350 und 367.)

[99] (S. 480.) Kosmos Bd. IV. S. 276.

[100] (S. 480.) Ein wichtiger Theil der während meiner amerikanischen Expedition gesammelten Gebirgsarten ist an das spanische Mineralien-Cabinet, an den König von Hetrurien, nach England und Frankreich gesandt worden. Ich erwähne nicht der geologischen und botanischen Sammlungen, die mein edler Freund und Mitarbeiter Bonpland besitzt, mit dem zwiefach geheiligten Rechte des Selbstsammelns und Selbst-Entdeckens. Eine so weite Verbreitung des Gesammelten, welche durch sehr genaue Angabe der Geburtsörter das Zusammenhalten der Gruppen in geographischer Beziehung nicht ausschließt, gewährt den Vortheil, daß sie die vielseitigste und strenge Bestimmung der Mineral-Species erleichtert, deren wesentliche und habituelle Association die Gebirgsarten charakterisirt.

[1] (S. 480.) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 139.

[2] (S. 480.) A. a. O. S. 202 und Kosmos Bd. IV. S. 357.

[3] (S. 480.) Humboldt, Kl. Schr. Bd. I. S. 344. Auch im Tezontle (zelliger Lava oder basaltischem Mandelstein? — mexicanisch tetzontli, d. h. Steinhaar: von tetl Stein und tzontli Haar) des cerro de Axusco in Mexico habe ich viel Olivin gefunden.

[4] (S. 481.) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island S. 64.

[5] (S. 481.) Berzelius 6ter Jahresbericht 1827 S. 392; Gustav Rose in Poggend. Ann. Bd. XXXIV. 1835 S. 14 (Kosmos Bd. I. S. 464).

[6] (S. 481.) Jenzsch, Phonolithe 1856 S. 37 und Senft

in seiner wichtigen Classification der Felsarten 1857 S. 187. Auch in den Kalkblöcken der Somma kommt nach Scacchi Olivin neben Glimmer und Augit vor. Ich nenne diese merkwürdigen Massen ausgestoßene Blöcke, nicht Laven: welche letztere die Somma wohl nie selbst ergossen hat.

[7] (S. 481.) Poggend. Ann. Bd. XLIX. 1840 S. 591 und Bd. LXXXIV. S. 302; Daubrée in den Annales des Mines 4ème Série T. XIX. 1851 p. 669.

[8] (S. 481.) Kosmos Bd. I. S. 136 und Bd. III. S. 615.

[9] (S. 481.) A. a. O. Bd. I. S. 465.

[10] (S. 481.) Humboldt, Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 156—165 (Ed. in 4°).

[11] (S. 482.) Vergl. Kosmos Bd. IV. S. 365.

[12] (S. 482.) Scacchi, Osservazioni critiche sulla maniera come fu sepellita l'antica Pompei 1843 p. 10: gegen die von Carmine Lippi aufgestellte, später von Tondi, Tenore, Pilla und Dufrénoy vertheidigte Ansicht, daß Pompeji und Herculanum nicht durch die direct von der Somma ausgeworfenen Rapilli und Aschen, sondern durch Wasserströmungen verdeckt worden seien. Roth, Monogr. des Vesuvs 1857 S. 458 (Kosmos Bd. IV. S. 449).

[13] (S. 483.) Nivellement baromètr. in Humboldt, Observ. Astron. Vol. I. p. 305 No. 149.

[14] (S. 483.) Kosmos Bd. IV. S. 367.

[15] (S. 483.) Ueber den Bimsstein-Hügel von Tollo, der noch zwei Tagereisen vom thätigen Vulkan Mappu entfernt ist, welcher selbst nie einen Brocken solchen Bimssteins ausgeworfen hat, s. Meyen, Reise um die Erde Th. I. S. 338 und 358.

[16] (S. 483.) Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. S. 426.

[17] (S. 483.) Vergl. Kosmos Bd. IV. S. 417 und 567 Anm. 47.

[18] (S. 484.) Franz Junghuhn, Java Bd. II. S. 388 und 592.

[19] (S. 484.) Leopold von Buch in den Abhandl. der Akademie der Wiss. zu Berlin aus den J. 1812—1813 (Berlin 1816) S. 128.

[20] (S. 484.) Theophrastus de lapidibus § 14 und 15

(opera ed. Schneider T. I. 1818 p. 689, T. II. p. 426 und T. IV. p. 551) ſagt dies vom „lipariſchen Stein (*Λιπαραῖος*)".

[21] (S. 485.) Rammelsberg in Poggend. Annalen Bd. 80. 1850 S. 464 und 4tes Suppl. zu ſeinem chemiſchen Handwörterbuche S. 169; vergl. auch Biſchof, Geologie Bd. II. S. 2224, 2232 und 2280.

[22] (S. 486.) Kosmos Bd. IV. S. 333, 354, 357—360, 366—368 und 377. Ueber Einzelheiten in der geographiſchen Verbreitung der Bimsſteine und Obſidiane in der Tropenzone des Neuen Continents vergl. Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches dans les deux hémisphères 1823 p. 340—342 und 344—347.

Inhalts-Uebersicht

des vierten Bandes des Kosmos.

Einleitung zu den speciellen Ergebnissen der Beobachtung in dem Gebiete **tellurischer** Erscheinungen S. 1—15.

Erster Abschnitt S. 16—149 (Anm. S. 150—210):

Größe, Gestalt und Dichte der Erde S. 16—33 (Anm. S. 150—164)

Innere Wärme der Erde S. 34—47 (Anm. S. 164—169)

Magnetische Thätigkeit der Erde S. 48—149 (Anm. S. 169—210)

Historischer Theil S. 48—85 (Anm. S. 169—177)

Intensität S. 85—98 (Anm. S. 178—183)

Inclination S. 98—114 (Anm. S. 183—188)

Declination S. 114—141 (Anm. S. 188—204)

Polarlicht S. 142—149 (Anm. S. 205—210)

Zweiter Abschnitt S. 211—486 (Anm. S. 487—642):

Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche:

Erdbeben, dynamische Wirkung, Erschütterungs-Wellen S. 215—232 (Anm. S. 487—496)

Thermalquellen S. 232—253 (Anm. S. 496—509)

Gasquellen: Salsen, Schlamm-Vulkane, Naphtha-Quellen S. 253—267 (Anm. S. 509—514)

Vulkane mit und ohne Gerüste (Kegel- und Glockenberge) S. 268—486 (Anm. S. 514—642):

Reihe der Vulkane von Norden (19°½ nördlicher Breite) nach Süden bis 46° südlicher Breite: mericaniſche Vulkane S. 313 und 427 (Jorullo S. 334, 348, 562—565); Cofre de Perote S. 568—570, Cotopari S. 573—577. Unterirdiſche Dampf-Ausbrüche S. 365—367. Central-Amerika S. 306—310, 537—545; Neu-Granada und Quito S. 313—317, 548 (Antiſana S. 355—361, Sangay S. 464, Tungurahua S. 462, Cotopari S. 363, Chimborazo S. 627—631); Peru und Bolivia S. 548—550, Chili S. 550—553 (Antillen S. 599—602).

Zahl aller thätigen Vulkane in den Cordilleren S. 317, Verhältniß der vulkanleeren zu den vulkanreichen Strecken S. 322, 546—548; Vulkane im nordweſtlichen Amerika nördlich vom Parallel des Rio Gila S. 429—443; Ueberſicht aller Vulkane, die nicht zum Neuen Continent gehören, S. 317—428: Europa S. 371—373 (Anm. S. 580), Inſeln des atlantiſchen Oceans S. 373 (Anm. S. 581), Afrika S. 377; Aſien: Feſtland S. 379—392 (Anm. S. 381); Thian-ſchan S. 381, 454, 607—611 (Halbinſel Kamtſchatka S. 386—392). Oſtaſiatiſche Inſeln S. 393—404 (Inſel Saghalin, Tarakai oder Kara-fu-to S. 560; Vulkane von Japan S. 399—404); die ſüd-aſiatiſchen Inſeln S. 404—409 (Java S. 325—332). Der indiſche Ocean S. 409—414, die Südſee S. 414—427.

Vermuthliche Zahl der Vulkane auf dem Erdkörper, und ihre Vertheilung auf der Feſte und auf den Inſeln S. 446—452. Meeresferne vulkaniſcher Thätigkeit S. 321, 453—454. Senkungs-Gebiete S. 452, 455, 609; Maare, Minen-Trichter S. 275—277. Verſchiedene Arten, auf welche aus dem Innern der Erde feſte Maſſen an die Oberfläche gelangen können, ohne Erhebung oder Aufbau von kegel- oder domförmigen Gerüſten, aus Spalten-Netzen in dem ſich faltenden Boden; (Baſalte, Phonolithe, wie einige Perlſtein- und Bimsſtein-Schichten ſcheinen nicht Gipfel-Krateren, ſondern Spaltenwirkungen ihre Erſcheinung zu verdanken). Selbſt vulkaniſchen Gipfeln entfloſſen, beſtehen bei einigen Lavaſtröme nicht aus einer zuſammenhangenden Flüſſigkeit, ſondern aus unzuſammenhangenden Schlacken, ja aus Reihen ausgeſtoßener Blöcke und Trümmer; es giebt Stein-Auswürfe, die nicht alle glühend geweſen ſind: S. 333, 354, 357—361, 366—368, 561, 572.

Mineralogiſche Zuſammenſetzung des vulkaniſchen Geſteins: Verallgemeinerung der Benennung Trachyt S. 467; Claſſification der Trachyte nach der Aſſociation ihrer weſentlichen Gemengtheile in ſechs Gruppen oder Abtheilungen nach den Beſtimmungen von Guſtav Roſe, und geographiſche Vertheilung dieſer Gruppen

S. 468—473; Benennungen Andesit und Andesin S. 467, 475 und 633—636. Neben den charakteristischen Gemengtheilen der Trachyt-Formationen giebt es auch unwesentliche, deren Frequenz oder stete Abwesenheit in oft sich sehr nahen Vulkanen große Aufmerksamkeit verdient, S. 476. Glimmer S. 477, glasiger Feldspath S. 478, Hornblende und Augit S. 478—479, Leucit S. 479, Olivin S. 480—481, Obsidian sammt dem Streite über die Bimsstein-Bildung S. 481—484; unterirdische Bimsstein-Brüche, entfernt von Vulkanen, bei Zumbalica in den Cordilleren von Quito, bei Huichapa im mexicanischen Hochlande und bei Tschegem im Caucasus S. 364—367. Verschiedenheit der Bedingungen, unter welchen die chemischen Processe der Vulcanicität bei Bildung der einfachen Mineralien und ihrer Association zu Trachyten vorgehn, S. 476, 485—486.

Berichtigungen und Zusätze.

S. 32 Z. 19.

Ein noch weit größeres Resultat für die Dichte der Erde, als Baily (1842) und Reich (1847—1850) erhalten haben, ergeben Airy's mit so musterhafter Vorsicht in den Bergwerken von Harton angestellte Pendel-Versuche im Jahre 1854. Nach diesen Pendel-Versuchen ist die Dichte 6,566: mit dem wahrscheinlichen Fehler 0,182 (Airy in den Philos. Transact. for 1856 p. 342). Eine kleine Modification dieses numerischen Werthes, vom Professor Stockes hinzugefügt wegen des Effects der Rotation und Ellipticität der Erde, verändert die Dichtigkeit für Harton, das in 54° 48′ nördlicher Breite liegt, in 6,565; für den Aequator in 6,489.

S. 75 Z. 3.

Arago hat einen Schatz magnetischer Beobachtungen (über 52600 an Zahl) aus den Jahren 1818 bis 1835 hinterlassen, welche nach der mühevollen Redaction von Herrn Fedor Thoman publicirt worden sind in den Oeuvres complètes de François Arago (Tome IV. p. 498). In diesen Beobachtungen hat General Sabine (Meteorological Essays, London 1855, p. 350) für die Jahresfolge von 1821 bis 1830 die vollständigste Bestätigung der zehnjährigen magnetischen Declinations-Periode und ihres Zusammenhanges mit der gleichen Periode in der Häufigkeit und Seltenheit der Sonnenflecken entdeckt. Schon in demselben Jahre 1850, als Schwabe in Dessau seine Periode der Sonnenflecken veröffentlichte (Kosmos Bd. III. S. 402), ja zwei Jahre früher als Sabine zuerst (im März 1852, Phil. Tr. for 1852 P. I. p. 116—121; Kosmos Bd. IV. S. 174) die zehnjährige magnetische Declinations-Periode für von den Sonnenflecken abhängig erklärte; hatte Letzterer selbst schon das wichtige

Resultat aufgefunden, daß die Sonne durch die ihrer Masse eigene magnetische Kraft auf den Erd-Magnetismus wirkt. Er hatte entdeckt (Phil. Tr. for 1850 P. I. p. 216, Kosmos Bd. IV. S. 132), daß die magnetische Intensität am größten ist und daß die Nadel sich am meisten der verticalen Richtung nähert, wenn die Erde der Sonne am nächsten steht. Die Kenntniß von einer solchen magnetischen Einwirkung des Centralkörpers unseres Planetensystems, nicht als wärmeerzeugend, sondern durch seine eigene magnetische Kraft, wie durch Veränderungen in der Photosphäre (Größe und Frequenz trichterförmiger Oeffnungen), giebt dem Studium des Erd-Magnetismus und dem Netze magnetischer Warten, mit denen (Kosmos Bd. I. S. 436, Bd. IV. S. 72) Rußland und Nord-Asien seit den Beschlüssen von 1829, die großbritannischen Colonien seit 1840—1850 bedeckt sind, ein höheres kosmisches Interesse. (Sabine in den Proceedings of the Royal Soc. Vol. VIII. No. 25 p. 400, wie in den Phil. Tr. for 1856 p. 362.)

S. 82 Z. 13.

Wenn auch die Nähe des Mondes im Vergleich mit der Sonne die Kleinheit seiner Masse nicht zu compensiren scheint, so regt doch die schon als sicher ergründete Veränderung der magnetischen Declination im Verlauf eines Mondtages, lunar-diurnal magnetic variation (Sabine im Report to the Brit. Association at Liverpool 1854 p. 11 und für Hobarton in den Phil. Tr. for 1857 Art. I. p. 6), dazu an die magnetischen Einflüsse des Erd-Satelliten anhaltend zu erspähen. Kreil hat das große Verdienst gehabt diese Beschäftigung von 1839 bis 1852 mit vieler Sorgfalt fortzusetzen (s. dessen Abhandlung über den Einfluß des Mondes auf die horizontale Componente der magnetischen Erdkraft, in den Denkschriften der Wiener Akademie der Wiss., mathem. naturwiss. Classe Bd. V. 1853 S. 45 und Phil. Tr. for 1856 Art. XXII). Da seine mehrjährigen, zu Mailand und Prag angestellten Beobachtungen die Behauptung unterstützten, daß beide der Mond wie die Sonnenflecken eine zehnjährige Declinations-Periode verursache, so veranlaßte diese wichtige Behauptung den General Sabine zu einer

großen Arbeit. Er fand, daß der schon für Toronto in Canada bei Anwendung einer eigenthümlichen, sehr genauen Rechnungsform ergründete alleinige Einfluß der Sonne auf eine zehnjährige Periode sich in allen drei Elementen des Erd-Magnetismus (Phil. Tr. for 1856 p. 361) durch den Reichthum von achtjährigen stündlichen Beobachtungen, zu Hobarton vom Januar 1841 bis December 1848 angestellt, wiedererkennen lasse. Beide Hemisphären gaben so dasselbe Resultat für die Wirkung der Sonne, so wie zugleich aber auch die Gewißheit: „that the lunar-diurnal variation corresponding to different years shows no conformity to the inequality manifested in those of the solar-diurnal variation. The earth's inductive action, reflected from the moon, must be of a very little amount." (Sabine in den Phil. Tr. for 1857 Art. I. p. 7 und in den Proceedings of the Royal Soc. Vol. VIII. No. 20 p. 404.) Da der magnetische Theil dieses Bandes vor fast drei Jahren gedruckt worden ist, so schien es für diesen, mir so lange befreundeten Gegenstand besonders nothwendig ihn durch einige Nachträge zu ergänzen.

Druckfehler.

S. 37 Z. 6 lies: Monk Wearmouth statt Mont Wearmont.
S. 75 Z. 5 lies: Reslhuber statt Relshuber.
S. 116 Z. 13 setze hinzu nach hinweist: da, wo die Abweichung westlich ist.
S. 136 Z. 6 lies: östlicher statt westlicher.
S. 137 Z. 6 lies: südwestlich statt südöstlich.
S. 199 Z. 32 lies: Reslhuber statt Relshuber.
S. 230 Z. 10 lies: 16068 statt 1712 Fuß.
S. 231 Z. 11 lies: 1808 statt 1805.
S. 292 Z. 14 lies: süd-süd-östlich statt süd-südwestlich.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 073924000